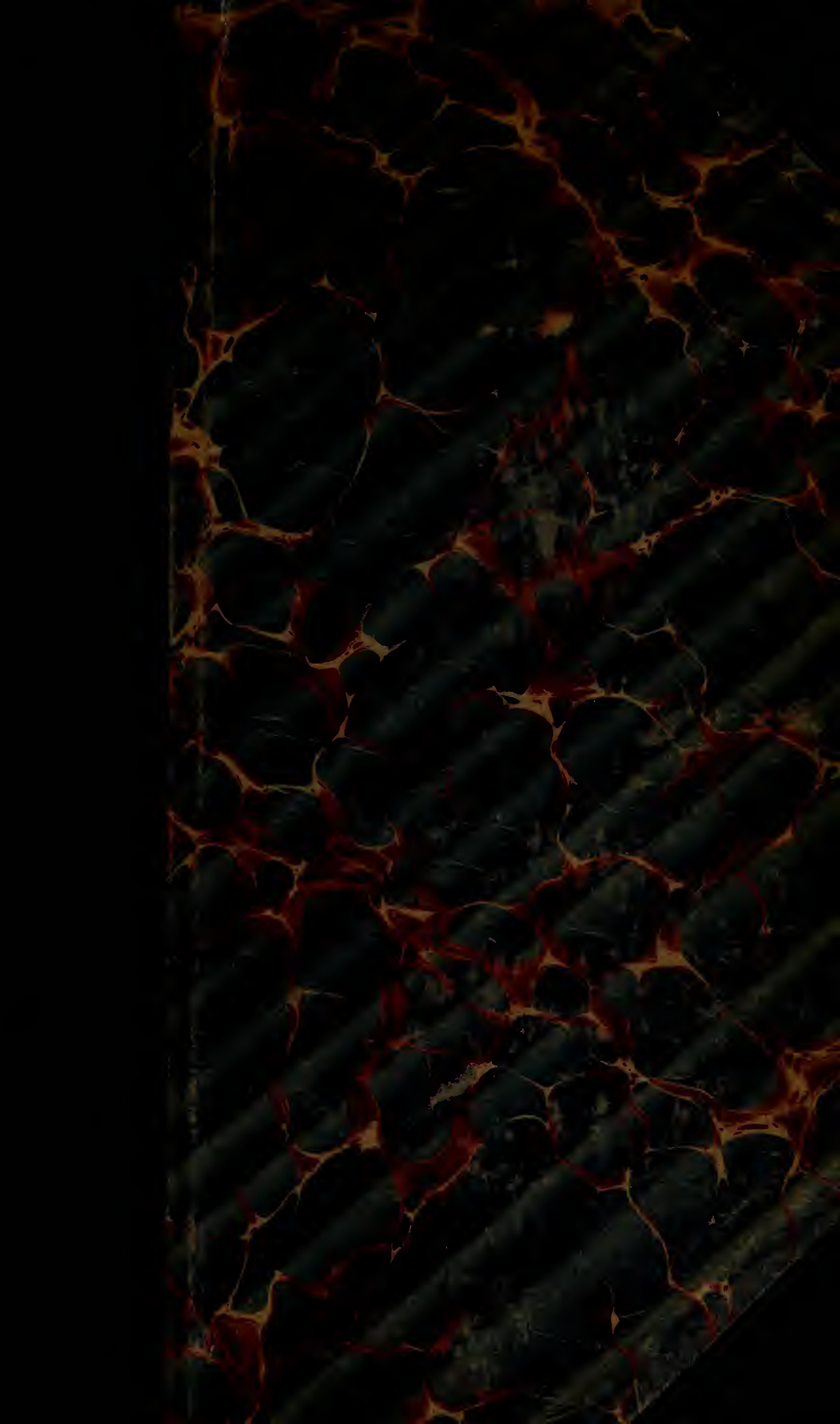


HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT

DE

L'ŒIL HUMAIN

868

HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT

DE

L'ŒIL HUMAIN

PAR

LE DR F. A. D'AMMON

A DRESDE

Médecin ordinaire de S. M. le roi de Saxe et Conseiller médical intime à son Ministère de l'Intérieur. Commandeur de l'Ordre du Christ (de Portugal) et Officier ou Chevalier des ordres de Saxe royale et ducale, de Baden, Hesse électorale, Hohenzollern, de France, de Grèce et de Parme.

Cæsareæ Leopoldinæ Carolinæ Academiæ Nat. Cur. Socius adscriptus, Docteur honoraire de la Faculté médicale de Prague, Lauréat de la Faculté médicale de Gœttingue, de la Société médicale de Gand, et de la Société médicale pratique de Paris, Membre correspondant de l'Académie impériale de Médecine et Associé étranger de la Société de Chirurgie de Paris, Membre associé des Académies médicales de Bruxelles, Copenhague, Moscou et Saint-Pétersbourg, Membre honoraire ou correspondant des Sociétés médicales, chirurgicales et scientifiques d'Anvers, Athènes, Berlin, Bonn, Bordeaux, Bruges, Breslau, Bruxelles, Constantinople, Dresde, Erlangen, Florence, Francfort-sur-Mein, Fribourg, Gand, Gœttingue, Greifswalde, Halle, Hambourg, Hanovre, Heidelberg, Jassig, Leipzig, Lyon, Madrid, Marbourg, Marseille, Metz, Minden, Munich, New-York, Rostock, Strasbourg, Palerme, Paris, Pesth, Turin, Varsovie, Vienne et Zurich.

SUIVIE DE DOUZE PLANCHES LITHOGRAPHIÉES CONTENANT 207 FIGURES

Traduite de l'allemand

PAR LE Dr A. VAN BIERVLIET (DE BRUGES).

(EXTRAIT DES ANNALES D'OCULISTIQUE)

BRUXELLES

TYPOGRAPHIE DE Ve J. VAN BUGGENHOUDT

Rue de Schaerbeek, 12.

1860



BRUXELLES. — TYP. DE Ve J. VAN BUGGENHOUDT
Rue de Schaerbeek, 12

A MONSIEUR

LE DOCTEUR FALLOT,

ANCIEN PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE DE BELGIQUE

ET DU CONGRÈS D'OPHTHALMOLOGIE DE BRUXELLES;

MÉDECIN EN CHEF HONORAIRE DE L'ARMÉE.

Témoignage de respectueuse considération,

A. Van Biervliet.

PRÉFACE DU TRADUCTEUR

Peu d'organes ont été étudiés avec autant de soin que l'œil ; l'anatomie, la physiologie, la pathologie de l'appareil optique, ont fixé tour à tour l'attention d'observateurs nombreux et habiles; l'ophthalmogénèse seule restait dans l'ombre. Il faut rechercher les causes de cette apparente négligence dans les difficultés qu'on rencontre à chaque pas, lorsqu'on essaie de se rendre compte du mode de développement de l'œil humain. Il est impossible, en effet, d'obtenir un nombre suffisant d'embryons pour suivre jour par jour les métamorphoses de l'œil, et c'est précisément au début de la vie intrà-utérine, à l'époque où le développement de cet organe est le plus rapide, le plus important à analyser, qu'on a moins souvent l'occasion de l'examiner. Ce n'est qu'à l'aide d'observations longtemps continuées, en étudiant à la fois l'ophthalmogénèse chez l'homme et chez les animaux, qu'on peut parvenir à relier entre eux les faits épars, à remplir les lacunes et à tracer un tableau à peu près complet de l'histoire du développement de l'œil. Cette étude présente le plus haut intérêt, aussi bien

pour le praticien que pour celui qui se borne à des considérations spéculatives, car elle peut seule donner la clef de beaucoup de problèmes restés obscurs en ophthalmologie; seule aussi elle nous explique les anomalies congénitales de l'organe de la vision.

L'ouvrage de M. d'Ammon, fruit de plus de trente années de recherches, figure dignement parmi les travaux qui ont porté si haut le nom des ophthalmologues de l'Allemagne moderne. Non-seulement l'auteur a eu le mérite de traiter d'une manière approfondie une matière presque neuve, mais encore il a élevé l'embryologie de l'œil au niveau des autres branches de l'ophthalmologie. Les premières recherches de M. d'Ammon sur le développement de l'œil remontent à l'année 1822; interrompues plusieurs fois, tantôt pour essayer de nouveaux procédés d'observation, tantôt pour chercher dans les ouvrages nouveaux d'embryologie tout ce qui était de nature à éclairer l'ophthalmogénèse, elles n'ont été publiées qu'en 1858. Quelques pages détachées, entre autres une dissertation sur le développement et les fonctions de la tache jaune de la rétine chez l'homme, insérées dans différents recueils scientifiques, avaient bien fait augurer de l'œuvre complète; cet espoir n'a pas été déçu. En parcourant le livre dont nous offrons la traduction au lecteur, on ne peut s'empêcher d'admirer la sagacité, la merveilleuse habileté d'observation, l'infatigable patience de l'auteur. S'il n'est pas parvenu, comme il l'avoue lui-même, à résoudre dans tous ses éléments la question qu'il s'était posée, son travail n'en restera pas moins un guide et un modèle pour les observateurs qui viendront après lui.

En présence d'une œuvre aussi importante, le rôle du traducteur devient très modeste. Il doit s'effacer autant que possible devant l'individualité de l'écrivain et sacrifier, s'il le faut, l'élégance du style à la fidélité. C'est ce que nous avons tâché de faire, au risque de donner à notre travail une tournure plus germanique que française. M. d'Ammon a bien voulu contribuer lui-même à l'exactitude de notre traduction, en corrigeant soigneusement sur l'exemplaire dont nous nous sommes servi, les erreurs typographiques qui s'étaient glissées dans l'édition allemande.

Les figures qui accompagnent ce travail ont été dessinées d'après nature par un artiste habile de Dresde, M. Krantz. Il en est beaucoup qui offrent un aspect vague, confus, peu agréable à l'œil; c'est que, en effet, les organes qu'elles représentent, en voie de se développer, à peine ébauchés, n'ont pas encore atteint eux-mêmes la netteté et la régularité qui caractérisent l'œil complétement formé.

TABLE DES MATIÈRES.

Première partie.

Deuxième partie.

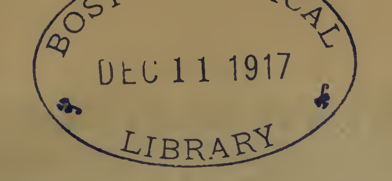
Troisième partie.

Explication des planches.

ERRATA

—

Page 7, l. 18, *au lieu de* : de fœtus, *lisez* : du fœtus.
» 12, l. 21, » des mammifères, *lisez* : de mammifères.
» 13, l. 7, » mais en reste, *lisez* : mais il en reste.
» 13, l. 30, » I. 9 — 13, *lisez* : I. 9. 13
» 18, l. 2, » I. 2. *lisez* : I. II.
» 18, l. 18, » cristallienne, *lisez* : cristallinienne.
» 18, l. 19, » elle touche, *lisez* : elles touchent.
» 22, l. 21, » IX. 2. 3, *lisez* . IX. 7. 8.
» 24, l. 34, » des nerfs optiques, *lisez* : du nerf optique.
» 26, l. 13, » IX, 7, *lisez* : VI, 12.
» 27, l. 11, » peu claire, *lisez* : plus claire.
» 28, l. 6, » au corps vitré, *lisez* : du corps vitré.
» 28, l. 11, » fermé par, *lisez* : formé par.
» 29, l. 26, » disparition, *lisez* : disposition.
» 37, l. 14, » formée, *lisez* : fermée.
» 41, l. 18, » au lieu, *lisez* : au tiers.
» 49, l. 5, » une paroi postérieure, *lisez* : une paroi antérieure et postérieure.
» 53, l. 30, » (IV. 5), *lisez* : (IV. 5) 5°.
» 71, l. 6, » V. 15 a. a, *lisez* : VI, 15. a. a.
» 71, l. 8, » face externe, *lisez* : face externe de l'hyaloïde.
» 76, l. 14, » annulait, *lisez* : avait arrêté.
» 79, l. 8, » oplique, *lisez* : optique.
» 91, l. 1, » VII, 1, b. *lisez* : VIII, 1 b.
» 114, l. 6, » organe, même *lisez* : organe même.
» 119, l. 22, » parties, *lisez* : pertuis.
» 119, l. 24, » retrouvées, *lisez* : retrouvés.
» 119, l. 32, » des planches, *lisez* : du plancher.
» 123, l. 30, » et s'unit, *lisez* ; et elle s'unit.
» 124, l. 33, » en avant, *lisez* : antérieure.
» 129, l. 33, » de plus en plus activés, *lisez* : s'atrophiant de plus en plus.
» 133, l. 3 (en remontant), *au lieu de* : forca, *lisez* : fovea.
» 136, l. 25, *au lieu de* : cheveu, *lisez* : fin cheveu.
137, l. 24, » bouton, *lisez* : tendon.
» 138, l. 4 (en remontant), *au lieu de* : XI. 10, *lisez* : XI. 4.
» 148, l. 18, *au lieu de* . t. III, fig. 10, *lisez* : t. III, pl. 7, fig. 10.



HISTOIRE

DU

DÉVELOPPEMENT DE L'ŒIL HUMAIN.

Préface et introduction.

Ces pages renferment, sous la forme la plus concise, les résultats de longues années de recherches sur le développement de l'œil humain. Elles étaient destinées à faire partie d'un ouvrage plus étendu, dans lequel j'aurais traité mon sujet, non pas seulement d'après mes propres observations, mais encore sous le rapport historique et littéraire. Mais la marche de la science est maintenant si rapide, que c'est à peine si les livres sont lus : on veut des pages là où autrefois il fallait des in-4° ; c'est pour cela que j'ai cru mieux faire, bien que je connaisse et que j'apprécie les recherches des autres auteurs sur l'ophthalmogénèse, en publiant seulement, et le plus succinctement possible, ce que j'ai vu et trouvé moi-même à ce sujet. Mon travail est complétement dégagé de la confusion qu'entraînent de longues études ; c'est un simple texte, libre et

clair, dépourvu de notes et de citations. J'ai cherché à arriver à une connaissance exacte des lois de l'ophthalmogénèse chez l'homme; et ce n'était pas chose facile, car les matériaux ne pouvaient être amassés qu'à la longue et à force de patience. Puissent mes communications, fruit de recherches multipliées et d'une observation impartiale, être sanctionnées par d'autres observateurs. La science, en progressant, aura à les revoir, à les interpréter, à les corriger. Il s'agit presque toujours ici d'observations faites sur des yeux de fœtus humains; ce n'est qu'exceptionellement que j'y ai fait entrer de l'embryogénie comparée. J'ai dû inventer des noms pour ce qui était neuf et inconnu jusqu'ici. Il fallait des dénominations nouvelles pour signaler les faits nouveaux aux investigations de la science. Quelque nombreuses que puissent paraître les figures qui accompagnent le texte, je me suis borné cependant à donner celles qui étaient strictement nécessaires à son intelligence. Il faut les avoir sous les yeux en lisant mon travail; elles ont été toutes dessinées très-fidèlement d'après nature par un artiste distingué, M. Kranz. Le premier chiffre indique la planche, le second la figure.

Cet essai d'une histoire du développement de l'œil humain est divisé en trois parties. La première traite du développement en général, d'après des périodes déterminées de la vie fœtale; la seconde renferme l'histoire du développement des divers organes de l'œil; la troisième contient des considérations générales sur des lois particulières du développement en ophthalmogénèse. La morphologie a ensuite attiré mon attention. Elle fait connaître la position et le mode de développement des parties de l'œil qui font encore l'objet des controverses des anatomistes, et nous explique beaucoup d'affections oculaires congénitales. Les yeux sont les organes qui présentent le plus fréquemment des altérations de cette nature. Il n'est pas rare qu'elles servent à élucider l'embryogénie. Dans le cours de mes recherches (de 1826 à 1857), je me suis toujours appliqué à dénouer le nœud gordien des

difficultés ; je ne l'ai jamais légèrement tranché. Cela n'était pas facile, car, dans le développement de l'œil, la nature, si pratique, est beaucoup plus simple dans sa méthode que notre esprit, qui s'en écarte facilement, ne se le représente. Il faut, au commencement, bien de la peine et du travail pour s'habituer à la grande simplicité de ses modes de production ; elle finit cependant par se révéler peu à peu, à travers toutes ses manifestations si variées, à celui qui la cherche avec patience. Je puis dire que j'ai lu tout ce qui a été écrit jusqu'ici sur l'embryogénie de l'œil. Je me suis efforcé de tout oublier, pour observer et juger avec impartialité ; je n'en excepte pas mes travaux antérieurs sur l'ophthalmogénèse. S'il m'était arrivé de me trouver en opposition avec mes premières recherches, cela aurait été tout naturel ; un plus mûr examen conduit souvent, sinon toujours, à une connaissance plus exacte.

Il faut distinguer deux périodes dans l'examen des modifications histologiques des yeux de fœtus humain : la première précède l'apparition du système vasculaire, la seconde suit le développement de celui-ci. Le parenchyme de chaque organe, c'est-à-dire les éléments primitifs, se forme dans l'œil sans aucune influence extérieure ; il doit son origine à sa matière plastique propre, sans aucune intervention du système vasculaire. Mais lorsque les vaisseaux sont venus s'ajouter au parenchyme, c'est l'origine d'une nouvelle période de développement de ce dernier ; alors commence le stade du développement histologique spécial, propre à chaque système d'organes. Au développement normal de chaque organe se rapporte non-seulement la formation de nouvelles cellules ou l'agrandissement de celles qui existent déjà, mais encore la métamorphose des cellules dans les éléments histologiques propres à chaque tissu. L'examen de cette partie de l'ophthalmogénèse a fixé mon attention en divers endroits de la seconde partie de mon travail. Je n'ai point donné cependant de figures représentant le développement progressif, pour ne pas en augmenter trop

le nombre; je ne puis pas non plus considérer mes communications comme le dernier mot de la science, mais comme un exposé fidèle d'observations méthodiques. L'histoire du développement des nerfs dans l'œil du fœtus humain ne fait point partie de ce travail. J'ai bien trouvé en assez grande quantité dans diverses parties de l'œil du fœtus, avant et après le cinquième mois, et encore plus tôt probablement, des fibres nerveuses complétement développées, courtes et pleines de substance nerveuse; et avant cette époque, dans la choroïde entre autres, j'ai vu des cellules se réunir, bien qu'elles fussent encore séparées, çà et là, par des cloisons, de sorte que les fibres nerveuses à double contour n'avaient pas encore leur véritable forme et ne renfermaient pas de pulpe nerveuse. Je ne puis rien dire de plus sur le développement des nerfs de l'œil, sur l'époque de leur apparition dans les différentes parties de cet organe, sur leurs rapports avec le développement des autres tissus oculaires, ni sur le trajet, la ramification et la terminaison des nerfs de l'œil.

Il y a plus de vingt-cinq ans que le grand physiologiste J. Müller écrivait : « L'histoire du développement de l'œil est une grande lacune dans la science, qui exige, pour être comblée, de grands efforts et une observation très soutenue. » Je soumets à mes lecteurs un essai sur ce sujet. La persévérance n'a point manqué à mes observations, mais mes forces n'ont pas toujours été à la hauteur des difficultés de mon entreprise; je le sens moi-même mieux que tout autre. Aussi ne présenté-je pas mon œuvre avec une confiance trop présomptueuse; je ne puis cependant pas affecter de dédaigner, par un excès de modestie, ce qui est désormais acquis à la science. J'ai trouvé beaucoup de choses; beaucoup d'autres encore sont restées dans l'obscurité ou dans l'ombre.

TABLE DES MATIÈRES.

Première partie.

HISTOIRE GÉNÉRALE DU DÉVELOPPEMENT DE L'OEIL HUMAIN, AUX DIFFÉRENTES ÉPOQUES DE LA VIE FOETALE.

Deuxième partie.

HISTOIRE SPÉCIALE DU DÉVELOPPEMENT DES DIFFÉRENTES PARTIES DE L'OEIL.

I

Développement des enveloppes de l'œil, de la sclérotique et de la cornée.

(Planches 1, 2 et 3.)

Origine de l'enveloppe de l'œil du fœtus. — Formation de la cornée et de la sclérotique. — Fente scléroticale. — Obturation de celle-ci. — Histologie de la sclérotique. — Formation de la gaîne du nerf optique. — Soudure de cette gaîne avec la sclérotique. — Délimitation de la cornée et de la sclérotique. — Formation des couches de la cornée. — Influence des vaisseaux sur cette formation. — Substance cornéenne propre. — Cercle veineux de la cornée.

II

Développement de la capsule cristalline et de la lentille.

(Planches 4 et 5.)

Développement de la capsule. — Il ne se fait pas par enfoncement. — La capsule se forme par des lamelles. — Position de la capsule. — Face antérieure et postérieure de la capsule. — Fossette postérieure de la capsule. — Histologie de la capsule. — Épithéléon. — Vaisseaux capsulaires. — Formation du cristallin. — Le segment postérieur se développe d'abord, puis l'antérieur. — Formation de la substance du cristallin. — Particularités du développement du cristallin. — Ses métamorphoses. — Sillon fœtal du cristallin. — Crête fœtale du cristallin. — Variations de couleur des couches cristallines chez le fœtus.

III

Développement du corps vitré.

(Planches 5 et 6.)

Membrane hyaloïde. — Sa forme. — Union avec la capsule du cristallin. — Marge ciliaire du corps vitré. — Fosse hyaloïde. — Développement de son système vasculaire. — Formation de la couronne ciliaire dans ses diverses parties. — *Collum fœtale* du corps vitré. — Apparition du canal de Petit. — Sillon et canal hyaloïdiens. — Leur origine, leur forme, leur direction. — Disparition de ces parties. — Variations dans les fissures du corps vitré. — Union du corps vitré à la rétine. — Couches du corps vitré. — Histologie du corps vitré fœtal.

IV

Développement de la rétine.

(Planches 7 et 8.)

Endroit où se développe la rétine. — Elle naît comme partie du cerveau. — Sa séparation d'avec le cerveau. — Forme et parties diverses de la rétine. — Marge ciliaire fœtale. — Ora serrata. — Fente. — Raphé. — Les plis rétiniens chez le fœtus, formation primitive. — Couches fœtales de la rétine. — Dépressions et élévations fœtales. — Union de la rétine avec les fibres optiques. — Leur formation dans le nerf optique. — Formation du punctum cœcum. — Ombilic du nerf optique. — Papille du nerf optique. — Artère centrale. — Son oblitération. — Rapports entre la rétine et le corps vitré fœtal.

V

Développement de la choroïde, des procès ciliaires, de l'iris et du tenseur de la choroïde.

(Planches 8 et 9.)

Choroïde. — Elle apparaît de bonne heure dans l'œil du fœtus. — Fente choroïdienne. — Ses transformations. — Pigment choroïdien. — Membrane pigmentaire fœtale. — Membrane choroïdienne proprement dite. — Ses vaisseaux. — Structure de la membrane pigmentaire. — Procès ciliaires. — Leur mode de développement. — Intervention des vaisseaux et des membranes. — Développement des procès ciliaires. — Direction. — Rapport avec l'uvée. — Formation du tenseur de la choroïde. — Formation de l'iris. — Stroma de l'iris. — Pigment. — Fibres musculaires. — Rapports avec le tenseur de la choroïde et la cornée. — Formation de l'uvée. — Signification de la membrane pupillaire. — Membrane de Zinn. — Iris des nouveau-nés. — La choroïde, les procès ciliaires et l'iris forment un seul système d'organes.

VI

Développement du système vasculaire de l'œil du fœtus humain.

(Planches 10 et 11.)

Développement des vaisseaux en général. — Développement dans l'œuf en incubation. — Origine et mode de développement des vaisseaux. — Point primitif du développement du système vasculaire de l'œil. — Vaisseaux périphériques et du centre. — Artère centrale. — Son entrée dans l'œil. — Branche sclérotieale. — Id. choroïdienne. — Du canal hyaloïde. — Du corps vitré. — De la capsule. — Son entrée dans l'épithéléon de la capsule. — Anse de l'artère centrale. — Ramification ultérieure de l'artère. — Existe-t-il une veine centrale ? — Vaisseaux de la sclérotique, de la cornée, de la conjonctive. — Arc artériel de la sclérotique, de la cornée. — Membrane pupillaire antérieure et postérieure. — Vaisseaux définitifs et provisoires de l'œil du fœtus.

VII

Développement des paupières, des muscles de l'œil, de la graisse de l'orbite, de l'appareil lacrymal et de l'orbite.

(Planches 11 et 12.)

Formation des paupiéres. — Paupière supérieure. — Paupière inférieure. — Leur occlusion. — Leur ouverture. — Formation de la fente palpébrale. — Points lacrymaux. — Tarse. — Glandes de Meïbomius. — Glandes de Zeis. — Formation de l'orbite. — Furca orbitalis. — Graisse de l'orbite. — Formation des muscles de l'œil. — Formation de la glande lacrymale. — Formation du sac lacrymal. — Formation du canal lacrymal.

Troisième partie.

I

De quelques lois morphologiques de l'œil du fœtus.

Changement dans la position de l'œil. — Changement dans la forme. — Lamelles. — Fente oculaire fœtale. — Plis des membranes.

II

Explication des planches.

Planche	1	figure	1-20.	Forme de l'œil du fœtus.
»	2	»	1-24.	Fente oculaire fœtale.
»	3	»	1-18.	Fente oculaire fœtale.
»	4	»	1-23.	Formation du cristallin.
»	5	»	1-20.	Formation du corps vitré.
»	6	»	1-18.	Formation du corps vitré.
»	7	»	1-16.	Formation de la rétine.
»	8	»	1-12.	Formation du nerf optique.
»	9	»	1-15.	Formation du tenseur de la choroïde et de l'iris.
»	10	»	1-14.	Angéiologie.
»	11	»	1-14.	Formation des paupières.
»	12	»	1-13.	Formation de l'orbite.

Première partie.

HISTOIRE GÉNÉRALE DU DÉVELOPPEMENT DE L'OEIL HUMAIN, AUX DIVERSES ÉPOQUES DE LA VIE FOETALE.

L'examen des yeux d'embryons d'animaux, principalement de ceux d'oiseaux, doit former l'introduction à l'exposition de l'ophthalmogénèse de l'homme. L'histoire des premières périodes du développement de l'œil humain présenterait sans cela de nombreuses lacunes, puisque chez l'homme les actes les plus importants de ce développement se passent à une époque où l'observation directe n'est que rarement possible sur des embryons avortés.

Des observations morphologiques sur le développement du fœtus chez les animaux supérieurs, ont démontré positivement que les points primitifs du développement des yeux sont les proéminences latérales de l'ampoule cérébrale après sa division, que la formation des yeux est, par conséquent, bilatérale et se rattache intimement au développement primitif de l'encéphale. L'opinion du savant Huschke (1), que les deux yeux ont d'abord un centre unique de développement dans l'ampoule cérébrale avant sa division, et que ce n'est que plus tard que cette division détermine la séparation des yeux, opinion qui, pendant longtemps, a joui d'une grande faveur, n'est plus admise de nos jours. On croit maintenant que chaque œil se développe séparément, que les deux organes sont primitivement indépendants l'un de l'autre, que les ampoules optiques se développent, chacune de son côté, seulement après la division de l'ampoule cérébrale en deux parties, et que celle-ci ne présente pas la moindre trace d'yeux avant cette division. (Planche I. fig. 1.) La justesse de cette opinion est démontrée par l'examen du développement de l'encéphale chez les poulets et chez les mammifères. Au commencement

(1) *Du développement primitif de l'œil et de la cyclopie qui en dépend.* Meckel's *Archiv für Anatomie und Phys.* Bd. VI, et Von Ammon, *Zeitschrift für Ophthalmologie.* Bd. III. S. 341.

du second jour de l'incubation, on voit, chez les embryons de poulets, l'ampoule cérébrale se développer et former une protubérance unie, hémisphérique. Cette ampoule cérébrale primitive présente bientôt un sillon médian qui la divise en deux moitiés latérales. Celles-ci sont l'origine des ampoules optiques. (II. 1-2.) A mesure que la vésicule cérébrale se développe en avant et latéralement, les yeux s'écartent; et comme la région abdominale de la vésicule cérébrale se développe plus rapidement que la région dorsale, les ampoules optiques apparaissent aux deux côtés de celle-ci. Au milieu et à la fin du troisième jour, les yeux s'écartent encore plus latéralement, et leur rapport immédiat avec le cerveau devient plus apparent. (II. 1-2.) A la même époque, la tête se recourbe en bas. La face se développe par l'apparition des arcs maxillaires; l'œil paraît plus saillant, car c'est alors que se développent le cristallin et le corps vitré. Les segments de la face se rapprochent; le sphénoïde commence à se former; la base de la vésicule cérébrale se bombe et forme les segments frontaux auxquels viennent s'ajouter les parties qui composent le nez et l'os intermaxillaire.

Chez les fœtus des mammifères, les points où se fait le développement et le mode de celui-ci sont tout à fait les mêmes. A la partie antérieure de la grande ampoule cérébrale, on voit distinctement, après sa division, les deux vésicules optiques, comme deux protubérances latérales. Au début, avant la division de l'ampoule cérébrale, il n'y a pas de trace d'organe optique.

A la fin du premier mois de la grossesse, chez l'embryon humain, l'œil est déjà bien distinct de chaque côté. Les yeux sont très rapprochés l'un de l'autre, à cause du peu de largeur de la face. Ils sont difficiles à distinguer sans le secours d'une loupe. A l'aide d'une bonne lentille, on voit une élévation ovale, qui, même alors, ne paraît pas bien distincte. Elle a la même couleur que le tégument externe de l'embryon; elle est située entre l'ouverture buccale et le cerveau, libre,

peu élevée sans aucune enveloppe. L'œil n'offre aucune trace de structure. (I. 6.) Cet œil rudimentaire est plus avancé au commencement du second mois ; il est alors de couleur bleuâtre, plus saillant et plus grand qu'auparavant. Comme la région du nez et les autres parties de la face sont déjà alors plus développées, l'œil est plus éloigné de la fente buccale, mais en reste très voisin en dedans, et cela pendant quelque temps encore, à cause de la grande dimension de la bouche. (I. 7.) On y aperçoit à la loupe un anneau allongé, bleuâtre, à bords effacés. Il est dirigé obliquement vers l'autre œil. En bas, il n'est pas complet, c'est-à-dire qu'il est coupé par un espace blanc qui se change souvent en un pli transversal, premier rudiment de la paupière inférieure. (I. 8.) A mesure que le cerveau se développe, le nez se dessine davantage et forme un point d'appui pour les autres parties de la face. Les joues se forment, changent la position de la fente buccale et la rétrécissent, en même temps qu'elles fournissent à l'œil qui se développe rapidement les éléments des paupières. (I. 9.) Celles-ci forment d'abord un bourrelet arrondi qui entoure l'œil, à partir de la fente indiquée plus haut. En règle générale, c'est la paupière inférieure qui se développe la première. L'œil, qui dans l'entretemps s'est porté plus en dehors, devient plus distinct, il acquiert des contours et des limites définis. La formation des enveloppes immédiates de l'œil a lieu très lentement ; il faut examiner un grand nombre d'embryons très jeunes pour suivre pas à pas le développement des paupières et le décrire avec fidélité. La formation des paupières est en rapport intime avec la génèse de l'orbite et le développement ultérieur de la face, du maxillaire supérieur et du nez (I. 9-13). Du développement de ce dernier dépend l'évolution de l'appareil lacrymal.

C'est à peine si l'on peut voir à l'œil nu, chez un embryon humain de trois à quatre semaines, quelques traces de bulbe oculaire. A la loupe, on aperçoit à l'endroit des yeux un anneau aplati, d'un noir bleuâtre, ouvert en bas, à contours mal dé-

finis; en dedans de cet anneau, la place de l'œil est plane, blanche, sans aucun reflet. (I. 2-3-4.)

Le développement est souvent plus actif pour l'un des yeux du fœtus que pour l'autre; ordinairement, c'est pour l'œil gauche. Les contours sont alors mieux marqués, la couleur plus foncée; les bords sont plus nettement dessinés et ne présentent pas de plis.

L'examen plus complet d'un tel fœtus, au moyen d'une forte loupe, après qu'il a été conservé pendant plusieurs jours dans l'alcool, montre la membrane cutanée, qui, à l'état frais, paraissait une couche mince de mucus, coagulé par l'action de l'alcool et s'étendant au devant des yeux; elle ne présente pas de plis au bord du bulbe et se confond avec la peau qui avoisine les yeux. Il n'y a donc pas à cette époque de traces de paupières (I. 6.) Toute proportion gardée, l'œil du fœtus humain a déjà alors des dimensions appréciables : il augmente rapidement de volume, principalement selon son diamètre; par suite, il s'élève beaucoup au-dessus de la surface de la tête, mais il est privé de paupières. Cet état se modifie quelques semaines après. A une ligne au-dessous de l'endroit où l'anneau bleuâtre était resté ouvert, obliquement en bas, se développe un mince bourrelet cutané, concave en haut, convexe en bas, qui s'étend à droite et à gauche, formant un repli transversal, et qui représente une paupière inférieure rudimentaire. Cela se voit ordinairement très distinctement aux deux yeux; quelquefois cependant le développement est plus rapide pour l'un d'eux. A mesure que le fœtus fait des progrès, on constate les faits suivants :

Les paupières à demi développées apparaissent comme des paupières parfaites qui seraient ouvertes (I. 10.) Le bulbe est visible au fond de la fente palpébrale, sous la forme d'une sphère bleuâtre; il est arrondi, aplati, petit, presque annulaire. La cornée, plutôt trouble que transparente, se confond avec la sclérotique; à la dissection, il n'est pas possible d'établir nettement les limites de ces deux membranes. On voit à la

face interne de la sclérotique et y adhérant intimement, une membrane jaune et noire, commencement de la choroïde. Le cristallin est arrondi et allongé, muni d'un petit appendice caudiforme (rudiments de l'humeur vitrée et de l'artère centrale). La rétine, au lieu d'une trame membraneuse continue, est plutôt formée de flocons agglomérés qui se désagrégent rapidement sous l'eau. Les diverses membranes sont difficiles à distinguer entre elles, même à la loupe; il est encore plus difficile de les isoler au scalpel.

C'est une chose remarquable que la convergence et l'étroit rapprochement des deux yeux chez l'embryon humain à cette époque. La direction des yeux n'est pas droite alors, mais oblique en dedans, de sorte qu'il y a presque du strabisme. Cette direction oblique en bas et en dedans est en rapport avec le développement de l'organe et avec la petitesse des os de la face, ainsi que de l'ethmoïde et du sphénoïde. Il faut remarquer, en outre, que lorsque les paupières se développent alors, ce qui est exceptionnel, la direction des fentes palpébrales est plutôt convergente que parallèle.

Les yeux du fœtus humain à trois mois sont entourés par les paupières, mais celles-ci ne les recouvrent pas encore. (I. 9.) Les yeux, qui d'abord formaient saillie à la tête, comme s'ils y étaient accollés, s'y unissent plus intimement; tantôt la tête semble les recouvrir en se développant, tantôt ils paraissent s'enfoncer dans les téguments. C'est alors que se forment les orbites; leur origine et leur développement dépendent du développement des arcs maxillaires, qui à leur tour sont en rapport de développement avec les os frontaux. On voit poindre déjà le rebord orbitaire frontal. De la formation primitive des cavités orbitaires, surtout de leur bord externe, dépendent la génèse et le développement ultérieur des paupières; elles apparaissent d'abord en haut et en bas, puis sur les côtés, sous forme de replis cutanés qui entourent le bulbe oculaire. Ce dernier ressemble à un gland de chêne enfermé dans sa cupule. Les paupières, à mesure qu'elles se développent,

finissent par recouvrir entièrement les yeux. On remarque cependant que les paupières se développent plus rapidement à un œil qu'à l'autre. Tout cela est visible, tantôt à la fin du troisième mois, tantôt au commencement du quatrième. C'est à la fin du troisième mois que les muscles de l'œil se développent davantage; ils forment de petits faisceaux qui enveloppent l'œil latéralement et vers le fond de l'orbite, et qui ressemblent à des cordons. Le nerf optique est déjà uni à la sclérotique. (III. 14.) La partie postérieure de la sclérotique, qui n'est pas encore complétement close à cette époque, s'est mise, en se développant, en contact avec le nerf optique qui s'est développé aussi, et c'est ainsi que le bulbe optique se trouve en rapport avec l'encéphale.

Le bulbe oculaire, qui était sphérique jusqu'alors, prend une forme plus allongée; cela provient surtout de ce que la cornée devient un peu convexe. En même temps, la partie externe et postérieure de la région moyenne du bulbe augmente en étendue, à partir du milieu de la sclérotique, qui devient alors plus large, et l'œil devient plus bombé en dehors et en arrière. (II. 22-23-24.) La différence entre la cornée et la sclérotique, d'abord insignifiante, devient plus évidente. La sclérotique, jusque-là très mince, devient plus ferme et moins transparente par le dépôt de nouveaux éléments plastiques; elle est blanche au lieu d'être bleuâtre : la cornée, au contraire, paraît plus mince et plus transparente. On remarque à cette époque, à la partie postérieure externe de la sclérotique, une saillie assez notable, dont le tissu est plus mince que celui des autres régions de cette membrane (protubérance fœtale de la sclérotique). Si l'on examine alors des yeux de fœtus, on voit à la surface de la sclérotique, encore fort mince, une foule de petits vaisseaux qui traversent cette membrane pour se rendre à la face externe de la choroïde. Ces branches vasculaires sont plus nombreuses à la région postérieure qu'à la région antérieure. La couche scléroticale externe vient plus tard recouvrir ces vaisseaux : c'est là un acte

de développement très remarquable, qui tend à compléter la formation de la sclérotique. La cornée, entretemps, est devenue plus transparente; elle permet de voir distinctement le système cristallinien et l'iris en voie de se former. La circonférence de jonction de la sclérotique avec la cornée est bien marquée, tant en dehors qu'en dedans, par un rebord qui en dehors se confond plus tard avec l'anneau conjonctival; en dedans, il s'unit plus fort au tenseur de la choroïde. L'enduit conjonctival de la cornée devient appréciable; la sclérotique regardée au soleil est encore transparente, mais extérieurement elle a déjà sa seconde couche, d'une texture plus forte et plus serrée. On voit clairement qu'il se dépose une nouvelle couche membraneuse sur la face interne de la sclérotique; elle enferme la couche fibreuse plus solide, enveloppe les vaisseaux et les nerfs en dehors, et forme ainsi pour ces organes les conduits perforants obliques qui traversent la sclérotique. (X. 3-4.) La face interne de la sclérotique est recouverte d'une membrane à éclat métallique argenté.

La sclérotique est plus mince près de sa protubérance fœtale, et reste quelque temps ainsi. Plus tard, cette région se contracte et se recouvre de la seconde couche, ou couche externe. A la face interne de cette portion de la sclérotique existent souvent des macules étoilées noirâtres qui formeront plus tard des taches pigmentaires. Le nerf optique, dont la gaîne, en forme de gouttière, est encore très mince, et dont l'intérieur est gélatineux, rougeâtre, presque transparent, s'unit à la sclérotique, près de sa protubérance fœtale, en bas et en arrière. On voit à la face interne de la sclérotique, près de l'entrée du nerf optique, un vaisseau, l'artère centrale de la rétine, qui se rend à la face postérieure de la capsule cristallinienne en parcourant un sillon creusé obliquement en arrière dans le corps vitré, le sillon hyaloïdien. Le corps vitré, à cette époque, est presque réduit à l'état de membrane, et l'espace qui existe entre la capsule cristallinienne, proportionnellement fort grande, et la paroi postérieure du bulbe, est

très petit. La capsule postérieure touche presque le fond de l'œil, elle est très rapprochée de l'encéphale. (I. 2.)

Tout près de la sclérotique se dépose une membrane dont nous avons déjà parlé, la choroïde primitive, colorée à sa face interne d'un jaune mêlé de noir. Elle s'étend du fond de l'œil vers la circonférence de jonction de la cornée et de la sclérotique, où elle se termine en un cercle dentelé. Au bord de ce cercle existe au début une fente peu marquée qui disparaît bientôt. On remarque à la région interne du cercle des plis simples ; vus à la loupe, ils ressemblent aux plis d'une bourse à demi fermée par un cordon à coulisse. Ces plis du bord supérieur de la choroïde sont l'origine des procès ciliaires (VIII. 9-10) : leur extrémité supérieure est transparente, dépourvue de pigment; plus bas, ils ont une coloration noire. La choroïde, à cette époque, est d'une teinte plus foncée dans sa région ciliaire que vers le fond de l'œil. Cette coloration plus intense s'étend environ à toute la moitié antérieure de la membrane en question. (III. 6.) La lentille cristallienne et sa capsule s'avancent fortement; elle touche presque la face interne de la cornée. Il n'y a pas encore de chambre antérieure de l'œil; le bulbe forme une seule chambre sans aucune cloison. (VII. 10.) Le corps vitré est devenu plus considérable, plus aqueux. Il est transparent, fluctuant, ordinairement blanc, quelquefois verdâtre ou jaune, souvent rouge, mais il ne perd jamais sa transparence; on voit dans tous les cas l'artère centrale qui passe sous le corps vitré ou qui le traverse vers son centre.

Si l'on isole le cristallin et le corps vitré et qu'on les place dans l'eau, on voit que le cristallin forme une espèce d'enfoncement dans le corps vitré. Une dépression circulaire de l'hyaloïde enveloppe le bord de la lentille dans sa capsule (marge ciliaire fœtale du corps vitré). Cette dépression du corps vitré est lisse, dépourvue de plis ; elle n'est pas tout à fait complète au début, comme elle l'est plus tard, mais elle présente une fente en un point de sa circonférence. Plus tard, à la dissec-

tion, une partie du pigment choroïdien adhère à ce rebord, sous forme de petits flocons; il y a, en effet, union très intime entre lui et la marge un peu plissée de la choroïde non encore en rapport avec l'iris.

A mesure que l'œil se développe, on remarque les modifications suivantes : l'œil, entouré par les paupières dont le développement est peu rapide cependant, paraît plus expressif. Il devient plus grand et plus saillant. Cependant la face du fœtus est encore très-arriérée, surtout pour ce qui concerne la portion inter-oculaire. Il manque là l'accroissement des segments frontaux, qui est amené plus tard par l'évolution de l'ethmoïde; c'est ainsi que la face présente une espèce de fente, comme une véritable monstruosité. Les segments frontaux entretemps se prolongent en bas, le nez par suite se dégage, les segments du maxillaire supérieur s'unissent plus intimement aux segments frontaux, le plancher des fosses nasales se complète; l'os intermaxillaire se développe, et la fente qui existait encore à la région médiane de la face se comble de plus en plus à mesure que le nez se forme; les lèvres, jusque-là rudimentaires, deviennent plus apparentes, ce qui augmente l'étendue des parois latérales de la cavité buccale (I. 6-7-9-12) et rétrécit la bouche; les ailes du nez s'élèvent, les narines commencent à s'ouvrir; le maxillaire inférieur se porte en avant; toute la face prend un aspect plus humain, et l'oreille s'éloigne de l'angle de la bouche.

Les replis cutanés qui entourent l'œil et qui l'enveloppent sensiblement, les paupières en voie de formation, perdent à cette époque leur forme ronde pour en prendre une plus oblongue; leurs bords se dégagent, s'éloignent du bulbe; elles ressemblent davantage à des valves, et les replis cutanés, de plus en plus développés, qu'elles forment, couvrent plus ou moins l'œil. A partir de la huitième ou de la dixième semaine jusqu'à la fin du troisième mois, toutes les parties de l'embryon se développent de plus en plus. Ainsi, la tête s'arrondit; la face, d'abord petite par rapport au crâne, oblongue, et obli-

quement placée, augmente en grosseur, et s'arrondit, quoique très-lentement; le nez devient plus saillant; le maxillaire inférieur seul reste en retard. L'angle palpébral, en se fixant au rebord orbitaire, fait que les paupières deviennent plus allongées en se rapprochant l'une de l'autre; mais elles laissent cependant entre elles une fente, la fente palpébrale, au fond de laquelle se trouve l'œil, de couleur foncée. Cette fente palpébrale diminue à mesure que les paupières s'accroissent; nous voyons, à la fin du troisième mois ou au commencement du quatrième, les paupières se toucher par leurs bords, se fermer et recouvrir complétement l'œil. La face du fœtus devient beaucoup plus parfaite quand les paupières peuvent se fermer. Avant cela, l'étroitesse du visage, depuis le rebord orbitaire supérieur jusqu'à la bouche, le nez petit et enfoncé, la lèvre supérieure courte et souvent triangulaire, les replis faciaux obliques, donnent au visage de l'analogie avec la face d'un singe. Le développement des paupières, marchant à la rencontre l'une de l'autre, efface les plis de la peau qui existaient à la base du nez, résultat auquel contribuent aussi l'élévation du dos du nez et la formation de sa partie inférieure par suite du développement de l'inter-maxillaire. (I. 7-12.) A mesure que ces replis cutanés disparaissent par l'accroissement de dedans en dehors et le soulèvement de cette partie de la face, les proportions de celle-ci se modifient : elle devient plus humaine, bien que le front soit encore très élevé et très bombé en avant, la racine du nez très large, et son bord si peu développé, obtus, souvent doublé et très large. Alors se manifeste aussi, le plus souvent du quatrième mois au commencement du cinquième, l'accroissement de la partie moyenne de la face, en ce sens que ses régions latérales s'étendent par le développement des apophyses zygomatiques. Ceci détermine un changement notable dans la longueur de la base du nez; elle diminue, et les yeux semblent se rapprocher l'un de l'autre par suite de la modification des parties de la face, modification à laquelle la voûssure de la région génienne

supérieure, comprise entre l'aile du nez et l'œil, contribue beaucoup. Les yeux ne cessent de s'accroître; les bords orbitaires qui se développent, les environnent et leur donnent plus d'expression. (I. 12-13.) A la face du fœtus on remarque, pendant que ces modifications s'opèrent, un allongement de l'extrémité du nez, avec lequel coïncide ordinairement l'obliquité des narines. L'oreille, qui s'est développée de son côté, est refoulée en arrière par le développement plus marqué de la région maxillaire inférieure. Les paupières font saillie au-dessus de la fente palpébrale, comme si leur tissu augmentait partout en volume. La formation du cartilage tarse et celle des muscles des paupières est décélée à cette période par un déploiement des bords palpébraux en dehors. Lorsque les yeux sont fermés, le globe oculaire, qui soulève les paupières, transparaît d'abord à travers ces membranes encore très minces. Les paupières ne sont pas encore recouvertes à leur face interne par la conjonctive; des vaisseaux s'y ramifient en cercle régulier. Il n'existe pas encore de trace des glandes de Meibomius ni du cartilage tarse. Le bulbe a une forme allongée, la cornée est assez grande, la sclérotique est mince et bleuâtre. Derrière la cornée se voit l'iris bleu et sous la forme d'un anneau fermé. La sclérotique est molle : à sa surface externe elle offre des enfoncements et des replis, ailleurs des saillies; elle est préparée de cette façon à recevoir les insertions musculaires. La rétine se trouve dans un état intermédiaire entre une agglomération de flocons et une vraie membrane. Quand on l'enlève sous un filet d'eau, la choroïde apparaît comme une membrane pigmentaire, et l'on voit, à l'endroit de l'entrée du nerf optique, une tache blanche, plutôt allongée que ronde, reste de la fente fœtale. La formation du pigment a continué régulièrement; le cristallin est rond, le corps vitré paraît comme une membrane transparente, une dépendance de la lentille. La fente qui existe entre les paupières rapprochées s'évide aux angles interne et externe. Cette fente ne correspond pas toujours à la cornée, elle est quelquefois

placée un peu plus en dedans ; la partie antérieure de l'œil se trouve alors en dehors et derrière la fente. Il n'existe aucune trace du sac lacrymal. Le rebord orbitaire se dessine mieux. Le développement des os du nez est encore peu avancé.

La peau du crâne de l'embryon humain est ordinairement très rouge à partir du milieu du cinquième mois de la grossesse, parce que les vaisseaux y deviennent plus nombreux et que l'influence de la matière colorante du sang devient évidente pour la nutrition et même pour la coloration des organes. Il n'est pas rare de trouver à cette époque le cristallin, et surtout le corps vitré, colorés en rouge, teinte qui disparaît par la suite. Le plus souvent elle n'est pas remplacée directement par une teinte blanche, mais elle passe au jaune ou au vert, et ce n'est que plus tard que la lentille et le corps vitré prennent leur aspect transparent incolore normal. J'ai souvent observé cette métamorphose de couleur à ces organes, et je crois plutôt qu'elle se rattache à l'embryogénie qu'à la pathologie. L'œil, dont la sclérotique paraît plus petite, offre une forte protubérance scléroticale ; la cornée est grande, mince, transparente. L'iris bleu n'a pas partout la même largeur ; il est très étroit (IX. 2-3), et l'œil nu ne peut voir très profondément dans la cavité du bulbe ; le fond en paraît d'un rouge clair. Ceci nous indique la possibilité qu'un arrêt de développement, survenant à cette période, détermine l'albinisme des yeux, puisque l'évolution ultérieure de la choroïde commence seulement alors.

Les premiers rudiments de la caroncule lacrymale existent déjà ; on peut introduire un crin de cheval dans les points lacrymaux. Les glandes de Meïbomius et le cartilage tarse sont très apparents à la face interne des paupières. La conjonctive du bulbe et des paupières n'est pas encore complétement développée à la face interne de ces dernières. Le cristallin est sphérique, le corps vitré est jaune, volumineux ; la dépression de l'hyaloïde qui reçoit le cristallin forme un cercle complet ; cette circonférence présente en quelques points des

flocons de pigment, mais point de plis ni de dépressions. L'artère centrale passe par la gouttière du corps vitré et se ramifie sur la face postérieure de la capsule : la plupart de ses branches se terminent au bord de la capsule; d'autres peuvent être suivies jusque sur la capsule antérieure. Les procès ciliaires sont petits; l'iris n'adhère pas à la choroïde par l'uvée, mais par un tissu interposé filamenteux. (IX. 5.) La rétine, légèrement appliquée, ne ressemble pas mal à une couche de fine ouate. Après l'avoir enlevée sous un filet d'eau, qui la divise encore facilement en nombreux flocons, on voit très bien la choroïde. Le pigment de cette dernière membrane est plutôt gris brun que noir, surtout au fond de l'œil; il est plus foncé dans le voisinage des procès ciliaires. Les yeux d'un fœtus humain, à quatre mois, présentent l'état suivant : La face extérieure de la sclérotique est couverte de vaisseaux courts dont un grand nombre, formant des circonvolutions, pénètrent dans l'épaisseur de la membrane : ils se terminent près de la cornée; beaucoup de petites branches se rendent à l'anneau conjonctival. La face interne des paupières est couverte d'un système particulier de vaisseaux (XI. 4); elles sont agglutinées à leur fente palpébrale, mais non pas soudées entre elles. La forme des paupières est nettement accusée; le tarse est en voie de se développer, son bord est déjà visible. La rétine, encore mince, mais présentant de nombreux plis, vient jusqu'à la circonférence de la capsule cristallinienne et se termine nettement à son bord ciliaire. Vers le fond de l'œil existe un grand repli transversal sur lequel chevauche le corps vitré. Le pigment choroïdien est abondant à la région antérieure. On voit en avant les procès ciliaires qui sont devenus plus grands. L'uvée, sensiblement noire, reste encore isolée en quelques endroits des procès ciliaires, moins cependant qu'avant. L'iris est bleu à sa face antérieure; cette teinte se répand régulièrement en forme d'anneau. (IX. 2-3.) Au point de la choroïde qui répond à la protubérance de la sclérotique, existent des traînées épaisses et noires de pigment;

le cristallin est sphérique, le corps vitré deux fois aussi grand que la lentille. Les paupières se détachent légèrement des yeux. L'espace qui existe entre elles et le bulbe est rempli d'un liquide limpide et très abondant. L'intérieur de l'œil a peu changé, à l'exception du corps vitré qui est devenu plus volumineux. Le pigment choroïdien est aussi foncé près des procès ciliaires qu'en arrière. Les procès ciliaires eux-mêmes sont courts, serrés et tout à fait noirs. L'iris est régulièrement arrondi, bleu à sa surface antérieure; il est moins éloigné des procès ciliaires à sa marge : souvent on distingue encore, dans l'espace qui les sépare, des mailles formées par des fibres minces. (IX. 5.) La rétine est plus consistante, membraneuse, s'étendant jusqu'à la circonférence de la capsule cristallinienne; elle est d'une notable épaisseur et présente beaucoup de plis à sa surface. (VII. 5-6.)

A cinq mois, les yeux du fœtus sont clos. Le coussinet graisseux de l'orbite, en partie gélatineux encore, n'existe qu'en petite quantité au fond de la cavité orbitaire. Les muscles sont distincts : ils sont développés surtout à leur partie antérieure, mais ils sont encore très minces; au fond de l'œil, ils se confondent en une seule masse. (I. 20.)

Les protubérances de la sclérotique sont très fortes aux deux yeux, spécialement à leur partie supérieure; examinées attentivement et à la lumière, leur pointe paraît presque transparente. Il semble que la sclérotique ne s'est pas développée aussi rapidement que les autres organes du fœtus. Le pigment de la choroïde près des procès ciliaires et de l'uvée est très foncé et plus clair vers le fond de l'œil, tout à fait comme au commencement. L'iris assez large est bleu, régulièrement développé en cercle. La marge iridienne est lisse, sans vestiges de membrane pupillaire. Le cristallin est transparent, clair et blanc. Le corps vitré est transparent, mais verdâtre; il est petit par rapport au cristallin qui est parfaitement sphérique. L'artère centrale sort des nerfs optiques, passe par le sillon du corps vitré et se ramifie très symétriquement sur la cap-

sule postérieure. Lorsqu'on enlève, au moyen d'un pinceau et d'un filet d'eau, le pigment choroïdien, les vaisseaux de cette membrane paraissent d'une faible teinte rougeâtre. La coupe du nerf optique est blanche, le névrilème est très mince. Les paupières sont fermées et adhérentes le long de la fente palpébrale; on ne les sépare que difficilement. Le sac que forme la conjonctive palpébrale et oculaire, quand les paupières sont adhérentes, est rempli d'un liquide transparent. La conjonctive est tout à fait développée au bulbe et aux paupières. On y voit très clairement des vaisseaux, surtout au bord de la cornée; ils sont disposés en forme de cercle.

A six mois, l'œil du fœtus présente l'état suivant :

La face est complétement formée, humaine. Les paupières sont fermées, elles adhèrent fortement par leurs bords. La graisse est peu abondante dans l'orbite. Une masse gélatineuse, dans laquelle se sont formées des grappes de cellules graisseuses bien développées, environne latéralement le bulbe et s'accumule au fond de l'orbite. Les muscles sont complétement développés, mais ils sont encore très minces; leur couleur est d'un rouge assez foncé. Les nerfs qui s'y rapportent ne sont pas difficiles à trouver, mais je ne puis rien dire de leur mode de terminaison. La cornée est légèrement conique. La sclérotique est bleuâtre; elle présente encore des vestiges de la protubérance fœtale. Le nerf optique pénètre obliquement dans la sclérotique; son névrilème est très mince. La pulpe nerveuse paraît gélatineuse et de couleur rougeâtre à la coupe. L'iris est d'un bleu foncé aux deux yeux. Autour de la cornée, sur la conjonctive déjà assez épaisse, rampent des vaisseaux ondulés. Il existe aussi sur la conjonctive des taches rouges, grandes et petites, que je considère comme les centres de formation de nouveaux vaisseaux (îlots vasculaires).

Les yeux sont rapprochés des parois orbitaires : celles-ci sont encore très minces comme du papier; la cavité qu'elles forment est ovoïde. La paroi orbitaire inférieure est beaucoup

moins avancée que la supérieure. (XII, 12.) Un examen attentif des yeux mêmes démontre que la sclérotique est devenue plus épaisse. Elle est très molle, surtout en dehors ; la couche interne est plus ferme. A la coupe, elle montre partout la même épaisseur. Au segment antérieur, la cornée paraît petite relativement à la sclérotique. Elle est épaisse sur sa coupe. L'anneau conjonctival, assez bien formé, apparaît à la face antérieure de la cornée. Celle-ci est bien arrondie et paraît avoir diminué d'étendue. On ne voit encore aucune apparence de cercle veineux. La cornée a sa membrane interne propre, d'une teinte jaunâtre. Elle présente un bord très nettement défini à l'endroit où elle s'unira plus tard par des prolongements rayonnés au tenseur de la choroïde. (IX. 7.) Lorsque l'iris est placé dans l'eau, sa face antérieure est assez large. Le tenseur de la choroïde qui adhère à cette membrane et à l'iris est plus large que cette dernière ; il est cependant encore mince, incolore et formé de deux anneaux. De son bord interne partent des fibres distinctes, disposées en cercle, qui se rendent à une membrane blanche reposant sur l'iris, le ligament pectiné de l'iris. (IX. 10.) Aux endroits où ces fibres, qui envoient des prolongements au tenseur de la choroïde, laissent libre la face antérieure de l'iris, celui-ci paraît d'un bleu foncé. Cette coloration dépend de la couche pigmentaire de l'uvée, qui transparaît à travers le tissu mince et demi-diaphane de l'iris. Du bord externe du tenseur de la choroïde part une membrane mince qui recouvre, comme un voile, la face de la choroïde correspondant à la sclérotique et qui forme çà et là des plis, probablement pour loger les artères et les veines ciliaires. Du bord interne du tenseur naît la membrane pupillaire qui se porte en avant et recouvre l'iris ; elle est assez intimement unie à ce diaphragme et elle est très étroitement soudée au rebord pupillaire. (IX. 4.) La substance propre de l'iris est très mince. A sa face interne existe une couche de pigment noir, très développée, l'uvée. Si on l'enlève, la face extérieure de l'iris perd sensiblement sa teinte bleue et de-

vient incolore. On voit aussi, en regardant contre le jour l'endroit où l'iris s'unit à la choroïde, qu'un espace transparent, très étroit, sépare les deux membranes au bord ciliaire de l'iris. (IX. 5.) Les procès ciliaires sont courts et revêtus jusqu'à leur extrémité d'une couche de pigment foncé. Leurs sommets sont bien développés, mais ils sont encore trop courts pour pouvoir produire une impression sur la capsule du cristallin et le corps vitré qui s'y rattache. D'autres causes qui doivent concourir à former la couronne ciliaire, manquent aussi, par exemple l'augmentation en volume du corps vitré. La choroïde est peu claire au fond de l'œil; mais à partir du milieu environ du bulbe jusqu'aux procès ciliaires, et à l'uvée jusqu'à son bord pupillaire, elle est uniformément noire.

La capsule, le cristallin et le corps vitré sont tous trois parfaitement transparents. Le cristallin et sa capsule sont complétement sphériques. Le corps vitré plongé dans l'eau reste transparent. En observant obliquement la capsule cristallinienne au moyen d'une bonne loupe, on peut constater que le cristallin n'en remplit pas tout à fait la cavité. Le quart environ de l'espace intercapsulaire est rempli d'un liquide transparent. La lentille est placée au milieu de la capsule. En avant, on remarque un prolongement qui l'unit à la paroi interne de la capsule antérieure. Le corps vitré qui sous l'eau fluctue dans sa membrane propre, est assez grand relativement au cristallin; il est parfaitement clair. L'endroit où il s'unit au cristallin paraît déprimé. La formation de plis à cette surface de jonction a lieu d'abord isolément à certains points; les plis sont recouverts de pigment. La couronne ciliaire commence à se développer. (V. 19-20). L'artère centrale passant par le corps vitré se rend à la capsule postérieure. Elle y arrive en ligne droite; quelquefois cependant elle décrit une courbe : elle s'y divise en rameaux serrés, disposés symétriquement, se terminant pour la plupart à la capsule postérieure; quelques-uns cependant la dépassent. (X. 11-12.) La rétine remplit le segment postérieur de l'œil, ainsi que le corps vitré,

de ses replis abondants. Ces replis forment un tissu particulier, demi-transparent, épais et d'un bleu blanchâtre. Leurs élévations et leurs dépressions rappellent les circonvolutions cérébrales. A la face interne de la rétine existe souvent un repli, de la grandeur du diamètre de l'œil, qui est reçu dans un sillon correspondant au corps vitré, comme le peigne de l'œil des oiseaux. Il n'y a pas de trace de la tache jaune. Il existe parfois une ouverture, reste de la fente rétinienne; d'autres fois elle manque.

Les yeux du fœtus humain à six mois sont clos. Le sac fermé par les paupières n'est pas très-élevé; il ne renferme que peu de liquide et il disparaît graduellement à partir de cette époque. Les paupières sont complétement développées, tant à la face interne qu'à l'externe; le bulbe oculaire s'arrondit davantage. La protubérance scléroticale n'est pas encore entièrement effacée; la sclérotique est assez épaisse. Il en est de même de la rétine : celle-ci offre dans toute son étendue des replis nombreux; elle est unie très-intimement et d'une manière particulière au corps vitré. (VII. 5-6.) La choroïde est peu riche en pigment au fond de l'œil; le pigment est très abondant au contraire près des procès ciliaires et sur l'uvée. Celle-ci est étroitement juxtaposée aux procès ciliaires. Le cristallin est rond, le corps vitré volumineux. La couronne ciliaire est assez bien développée. (VI. 13-14-15.) C'est à partir de la fin du sixième mois et pendant le septième et le huitième mois, que se développe surtout le système cristallinien quant à ses fibres propres, à sa forme, et quant aux rapports qui doivent exister entre le cristallin et sa capsule. La couronne ciliaire et l'iris se développent de leur côté; la protubérance scléroticale diminue, au contraire. La cornée se voûte davantage, la sclérotique devient plus résistante. Au septième mois, l'iris paraît comme une bordure assez large, et la membrane pupillaire, très riche en vaisseaux, qui lui est superposée, obture presque toute la pupille. La rétine, devenue manifestement plus mince, est plissée et se double à son extrémité; elle est déjà unie à la cou-

ronne ciliaire par l'ora serrata. (VII. 8, 9, 10.) On voit souvent des traînées qui se portent en avant, indiquant déjà la soudure qui doit s'opérer.

La chambre antérieure de l'œil, qui augmente graduellement par le développement de l'iris et de la membrane pupillaire, contient plus de liquide aqueux qu'autrefois. La capsule antérieure a gagné en épaisseur, ce qu'il est aisé de constater quand on l'incise pour en extraire la lentille; cependant elle est encore très mince au centre, de sorte qu'elle paraît quelquefois ne pas être fermée en cet endroit, ou ne présenter là qu'un espace linéaire moins épais. Le pigment choroïdien n'est pas noir encore, mais il est plus foncé en avant qu'au fond du bulbe. L'endroit de la choroïde qui correspond à la protubérance scléroticale est riche en vaisseaux et contient plus de pigment que les autres parties de la membrane; le pigment enlevé, on découvre de nombreux vaisseaux rouges entrelacés. Le tissu sclérotical plus mince de la protubérance possède de fortes branches vasculaires. Probablement qu'en cet endroit le peu d'épaisseur des membranes permet de distinguer plus facilement les vaisseaux que dans le reste de la sclérotique.

Il est très intéressant d'étudier des yeux de fœtus de sept ou de huit mois, injectés, car ils montrent les anastomoses des vaisseaux dans les divers tissus de l'œil. Les ramifications vasculaires de la face interne de la rétine partent de l'artère centrale et s'étendent en s'anastomosant entre elles jusqu'à la limite antérieure de la membrane nerveuse. La disparition des vaisseaux de la capsule postérieure est très belle, mais on ne voit plus de vaisseaux qui arrivent jusqu'à la capsule antérieure. Les vaisseaux de la choroïde et de l'iris sont nettement limités. Les vaisseaux de la face externe de la choroïde, injectés, deviennent plus faibles et plus rares à mesure qu'on se rapproche de l'iris; peu de vaisseaux arrivent jusque sur ce diaphragme. La ligne de démarcation de ces deux membranes devient de plus en plus évidente, et c'est d'elle que naît le tenseur de la choroïde, dont on ne voit jusqu'ici que des traces.

Les vaisseaux de l'iris, qui ne sont pas aussi nombreux que ceux de la choroïde, se comportent de la même manière. Si la membrane pupillaire existe, les vaisseaux de la face antérieure de l'iris pénètrent dans la pupille et s'anastomosent à angle droit avec les vaisseaux de la membrane obturatrice. Si l'on enlève avec précaution la membrane pupillaire injectée, en découvrant l'iris et le cristallin, on remarque de petits points vasculaires, colorés, à la surface de la capsule antérieure.

Lorsqu'on enlève l'iris et la membrane pupillaire injectée, il reste sur la face antérieure de la capsule de petits points épais, rouges, comme arrachés. On voit à la couronne ciliaire des vaisseaux analogues qui viennent des procès ciliaires. Un cercle vasculaire très fin de la sclérotique entoure la cornée, s'étend jusqu'à la conjonctive cornéale et jusqu'à la cornée elle-même. Le cercle vasculaire de la sclérotique a sensiblement la même disposition que celui de la choroïde.

Au neuvième mois, l'œil du fœtus humain est proche de son développement complet.

Le nerf optique qui pénètre obliquement dans la protubérance scléroticale, est soudé à la sclérotique; celle-ci est notablement épaisse. La cornée est plus convexe, sans l'être autant que celle d'un nouveau-né. L'iris, bien défini, de couleur bleue, à pupille ordinairement arrondie, ne présente plus que rarement des flocons légers, restes de la membrane obturatrice, à son bord pupillaire. Cette persistance partielle de la membrane pupillaire ne peut être considérée comme tout à fait normale, car à la fin du huitième mois, ou au commencement du neuvième, elle disparaît, à partir de son centre, où elle est rarement complète, par l'oblitération des vaisseaux et l'absorption moléculaire. Il se forme à partir du centre des crevasses qui la divisent en lambeaux triangulaires; ceux-ci, à leur tour, s'enroulent et disparaissent. Ces lambeaux et même toute la membrane pupillaire peuvent exceptionnellement persister jusqu'au neuvième mois; cela n'est même pas si rare.

Le cristallin est petit; mais au reste il est complétement

formé, de même que la capsule, le corps vitré et la couronne ciliaire. Il est très rare de voir à cette époque l'artère centrale se ramifiant sur la capsule postérieure. La rétine s'est amincie, mais son tissu est plus ferme; elle présente moins de plis : sa couleur est d'un léger bleu transparent.

Il est difficile, à cause des replis, qu'on ne pourrait étaler sans déchirer la rétine, de dire quelque chose de positif quant à l'existence d'une perforation centrale ou de la tache jaune. J'ai vu souvent la première, jamais la seconde. La rétine adhère fortement à la choroïde, de telle sorte que des fragments de celle-ci la suivent quand on veut les séparer. Cela arrive principalement près de la *macula badua* de la choroïde de Sœmmering et près de la tache jaune de la rétine.

Les procès ciliaires sont tantôt clairs, tantôt foncés.

Les modifications qui surviennent à l'œil des nouveau-nés pendant les premières semaines ou les premiers mois qui suivent la naissance ont trait, à l'exception de quelques changements très difficiles à constater pour le pigment, les nerfs, quelques vaisseaux et les muscles de l'œil, au développement des procès ciliaires et à leur réunion avec l'uvée, à l'épaississement de la cornée, à la formation de la tache jaune et au changement de couleur de l'iris, qui est toujours bleu après la naissance, mais qui très souvent ne reste pas ainsi et passe au brun ou à une teinte mêlée. La sclérotique, immédiatement après la naissance, est très mince et translucide, bleuâtre. Le pigment ne tarde pas à prendre une couleur foncée, surtout à cet endroit de la choroïde juxtaposée à la tache jaune, la *macula badua* de Sœmmering. Le tenseur de la choroïde augmente en épaisseur et en largeur pendant les premiers mois après la naissance; il semble suivre l'augmentation de courbure de la cornée.

La rétine devient plus transparente, plus mince et plus lisse : elle a moins de replis ; cependant il en existe encore beaucoup, surtout au fond de l'œil. Sa fusion avec la couronne ciliaire, dont les fonctions ont été bien controversées, devient douteuse à cette époque.

La tache jaune apparaît du quatrième au sixième mois après la naissance, probablement par suite d'un dépôt de pigment que la choroïde fournit à la rétine. (Von Ammon, *Mémoire sur la génèse et les fonctions de la tache jaune*, Weimar, 1830, in-4°, avec pl. I.) A propos de cette tache du foramen central qui tantôt existe, tantôt manque, il règne encore une grande obscurité. Le foramen central se trouve dans le grand repli transversal, le seul repli rétinien souvent qui persiste, et qui ne manque presque jamais. Il n'est vraisemblablement pas formé à cette époque; mais il doit être considéré sans doute comme le vestige de la fente qui existe toujours à la rétine du fœtus, et qui peu à peu se réduit à une minime perforation.

Deuxième partie.

HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DES ORGANES DE L'OEIL EN PARTICULIER.

I

Développement de la membrane externe de l'œil, sclérotique et cornée.

(Planches 1-2-3.)

L'œil se forme de chaque côté de la tête, sous l'enveloppe cutanée commune à toute la face du fœtus. Elle recouvre l'endroit où se formeront les diverses parties qui composent l'œil. Une partie de l'enveloppe tégumentaire du fœtus devient ainsi l'enveloppe des organes visuels. Comme la peau, se développant d'une manière générale, recouvre et protége l'embryon tout entier, cette partie plus restreinte des téguments recouvre l'œil qui se développe sous son abri. Les éléments de cette membrane sont des cellules rapprochées, foncées, de diverses grandeurs, qui deviennent ensuite plus grandes et d'une teinte

plus claire. De la périphérie de cette région cutanée naissent les paupières, et, du centre, l'enveloppe commune de l'œil. Cette enveloppe, origine de la cornée et de la sclérotique, se fait jour en un point très circonscrit de la peau du fœtus, de chaque côté de son extrémité céphalique. Immédiatement au-dessus d'elle, des deux côtés, en haut et en bas, se développent les paupières, ainsi que la conjonctive. La membrane oculaire, close en avant, devient convexe et s'allonge de chaque côté, en bas et en arrière; elle communique en arrière par une fente avec l'ampoule cérébrale (II. 1-2). Elle reçoit par cette ouverture le liquide cérébral, qui la remplit et la distend en forme de sac. Le liquide cérébral fournit plus tard les éléments de la rétine, qui a la même origine et le même mode de développement que le cerveau. La vésicule optique contient aussi le système cristallinien et le corps vitré rudimentaire; la choroïde, à son tour, s'organise le long de sa paroi interne. Cette poche membraneuse primitive se transforme alors en sclérotique.

La sclérotique de l'œil du fœtus humain, à l'époque où la cornée n'en est pas distincte, est très mince et adhère latéralement au tissu gélatineux disposé en couche, origine de la graisse de l'orbite et des muscles de l'œil. Si l'on expose à l'air le bulbe fœtal, isolé de ce qui l'environne, les liquides qu'il renferme s'évaporent promptement, et la sclérotique, mince, forme des plis qui s'étendent du fond de l'œil vers la cornée; son tissu n'est pas assez résistant pour conserver ses formes, il s'affaisse : la membrane a une teinte bleue. La cornée, plus épaisse, se ratatine, mais bien peu cependant. Sur la coupe, la sclérotique est mince au milieu, plus épaisse près de la cornée. La transition de la sclérotique à la cornée est toujours marquée à la face interne par un cercle, qu'on voit même à l'œil nu, mais mieux encore à la loupe (III. 5-13). En arrière, vers l'ampoule cérébrale, la sclérotique est close à une certaine époque de son développement, lorsqu'elle s'unit à la gaîne du nerf optique (III. 14-16); cependant, à l'aide d'une

loupe, on voit un raphé assez distinct, qui s'étend d'arrière en avant, depuis le point d'insertion du nerf optique jusque près de la cornée. Avant la réunion des bords de la fente sclé-roticale entre eux et avec la gaîne du nerf optique, il existe en arrière et en bas une grande ouverture ovale (III. 8).

La sclérotique du fœtus humain au début, très mince, est formée d'une grande quantité de cellules arrondies, entre lesquelles se développent plus tard des cellules allongées qui donnent naissance à des fibres de tissu conjonctif. J'ai vu souvent cette disposition, entre autres sur des yeux desséchés de fœtus de mammifère, découpés en tranches minces, et humectés avant d'être soumis à l'examen microscopique. On pouvait sur ces spécimens isoler les deux couches de la sclérotique. Sa lame interne est plus lisse; sa face antérieure est sillonnée par des vaisseaux qui, traversant çà et là son parenchyme, pénètrent dans la choroïde. Une seconde couche membraneuse ne tarde pas à se déposer sur la première. D'abord de consistance gélatineuse, molle, elle renferme, du troisième au quatrième mois, des fibrilles simples, contournées, marchant tantôt parallèlement, s'unissant, s'enchevêtrant pour se séparer plus loin. J'ai observé aussi en rapport avec ces fibrilles des cellules polyédriques. On rencontre surtout ces fibrilles dans les préparations faites au moyen d'aiguilles. Les dépôts successifs des couches externes de la sclérotique sur la lame interne enveloppent étroitement les vaisseaux et forment les canaux des vaisseaux ciliaires de la sclérotique, (*foramina intra scleram formata*). (X. 3-4. Voir aussi l'explication de ces figures.) Il n'est pas rare de voir sur des yeux de fœtus macérés, que les faisceaux fibreux qui se déposent sur la sclérotique pour former la couche externe, forment des arborisations dont les divisions se touchent par leurs bords, mais qui, en se desséchant, s'isolent et ne laissent plus de doute sur leur disposition foliée. Quant au développement de la sclérotique pendant la vie fœtale, il a surtout lieu dans la seconde moitié de la grossesse. Le tissu de la sclérotique ne devient

plus épais, plus serré et plus élastique, que lorsque l'œil a subi ses métamorphoses successives et que la sclérotique est soudée à la gaîne du nerf optique (III. 14, 15 et 16). Avant cette époque, la sclérotique est une membrane simple, très mince, sur laquelle se dépose plus tard une couche plus résistante. Ce dépôt commence vers le centre; on voit en ce point vers le troisième mois, l'indication d'une zone assez large, l'anneau fœtal de la sclérotique, qui semble entourer cette dernière. Cette zone est relevée assez exactement au milieu de la membrane scléroticale ; de là elle se développe en avant et en arrière. En même temps la forme de l'œil se modifie d'une manière notable; son diamètre transversal s'allonge. L'œil, d'arrondi qu'il était, devient ovale.

Au commencement de la vie fœtale, la sclérotique forme une enveloppe qui n'est pas fermée du côté du cerveau. Elle constitue alors une espèce de godet se confondant en avant avec la cornée; en arrière, elle communique avec l'ampoule encéphalique par une ouverture ovale. J'ai vu souvent cette ouverture sur des yeux de fœtus humains, durcis dans une solution d'acide chromique, en les examinant à l'aide d'une forte loupe. Elle est relativement très grande, ovale et béante (III. 8). Elle s'étend à peu près au tiers de la partie postérieure de l'œil, qui forme alors un godet. C'est à cette région qu'il est le plus volumineux; il diminue vers la cornée ou, en d'autres termes, vers sa partie antérieure (II. 21, 23).

A cette époque, à laquelle s'opère la réunion des bords de l'ouverture scléroticale par la formation d'une membrane mince qui naît de son pourtour, nous remarquons un déplacement du bulbe optique de dedans en dehors. La forme de l'œil se modifie par suite de ce changement, ainsi que par l'accroissement de son diamètre transverse. En arrière et en dehors apparaît une saillie de la sclérotique, qui était d'abord dirigée en bas et qui n'était pas alors aussi développée. Cette saillie de la sclérotique, que j'avais reconnue et décrite il y a déjà trente ans, et que j'avais nommée protubérance scléro-

ticale, est formée par la membrane de conjonction mince qui naît des bords de la fente de l'œil. Elle est de couleur bleue, à sommet ordinairement acuminé. (III. 15.)

Dans la même direction que la protubérance se trouve le nerf optique soudé maintenant à la sclérotique. Quant au mode d'union de ces parties, voici ce que les observations nous apprennent : il y a une époque où le nerf optique, et même l'espace qu'il doit occuper, n'existent pas encore ; là se trouve alors la partie postérieure du bulbe ; la membrane qui l'enveloppe est ouverte et communique avec l'ampoule cérébrale qu'elle avoisine. (II. 1-2.) Un peu plus tard se forme, par étranglement de la portion proéminente de la sclérotique, une vésicule qui cependant communique encore par une assez large ouverture avec la cavité cérébrale. (II. 2.)

Derrière cette cellule optique, en voie de s'isoler, se trouve l'endroit d'où naît le nerf optique. A une époque relativement très peu avancée, avant que l'orbite rudimentaire entoure l'œil, le développement des os orbitaires commence par une petite plaque en forme de fourche, placée sur l'étranglement qui sépare l'ampoule cérébrale de la vésicule optique. (II. 1-2-3.) L'orbite se développe à partir de ce premier élément ; il s'étend en haut et en avant, et enserre de ses deux branches l'extrémité postérieure, mince, de la vésicule optique, de manière qu'immédiatement derrière elle se forme une espèce de gouttière qui sépare le bulbe optique de l'encéphale. Cet espace est très court d'abord, mais bientôt il s'allonge, et c'est ainsi que se prépare le développement du nerf optique. J'ai observé plusieurs fois sur des yeux de fœtus humain ce que je viens de décrire, mais je n'ai pas réussi à voir sur ces yeux l'acte proprement dit de la réunion du nerf optique, qui se développe plus tard et s'allonge, sous forme de cordon sinueux, dans l'espace que nous avons indiqué entre la cavité optique et la cavité cérébrale, avec la sclérotique. Il est probable que cette réunion s'opère durant la période où la gaîne du nerf optique est fermée en avant.

Il paraît que la gaîne optique de l'œil de fœtus humain, après sa réunion à la sclérotique, conserve plus longtemps des fentes latérales. La gaîne du nerf optique présente notamment une ouverture plus ou moins grande au point de jonction avec la sclérotique, vers le bas, et cette fente ne s'oblitère que plus tard. J'ai observé ceci plus d'une fois très distinctement sur des yeux de fœtus humains peu avant terme, et quelquefois même chez l'enfant nouveau-né. (III. 17.) A cet effet, il faut couper le nerf optique près de son insertion à la sclérotique, au moyen d'un couteau à cataracte bien tranchant; on voit alors sur la coupe du nerf optique et de sa gaîne, la disposition que nous avons décrite. J'ai fait une remarque très intéressante sur des yeux de jeunes fœtus de moutons c'est que la sclérotique est formée et qu'elle présente à sa face interne un espace rond par où pénètre le nerf optique. J'ai extrait en cet endroit l'artère centrale de la rétine, qui était très proche du corps vitré. Le névrilème du nerf optique n'était pas fermé en bas; il présentait là une ouverture assez grande (colobome du nerf optique) (III. 16-17), qui disparaît plus tard, ou qui laisse quelquefois après elle, pendant un certain espace de temps, un cordon, (raphé du nerf optique).

L'union de la gaîne du nerf optique avec la sclérotique s'observe le plus distinctement sur des préparations desséchées d'embryons de poulets. On voit alors très bien à travers la gaîne du nerf optique, séchée et coupée près du point d'insertion, qu'elle recouvre la fente de la sclérotique et qu'elle s'y unit ensuite. On peut dans quelques cas voir à la loupe, à travers les bords transparents du nerf optique séché, l'endroit où il perce la sclérotique. Il me parut que la gaîne du nerf s'insérait à la sclérotique au pourtour de la fente scléroticale. Je n'ai pas pu découvrir de différence entre ces deux organes sous le rapport de la couleur ou de l'épaisseur. La gaîne du nerf optique, qui est un peu revenue sur elle-même par la dessication, laisse voir clairement son mode de développements : c'est d'abord une gouttière dont les bords se rappro-

chent plus tard pour la transformer en un canal. Leur réunion est marquée par un raphé longitudinal de la gaîne du nerf optique, visible à la loupe quand on expose la membrane à la lumière. L'artère centrale de la rétine parcourt sans doute d'abord la gouttière que forme la gaîne du nerf optique en voie de développement, avant qu'elle pénètre dans l'œil par la fente scléroticale. (III. 7.) Mais c'est là une question que je ne puis décider d'après mes propres observations, car, malgré de nombreuses recherches, je n'ai pu arriver à rien de certain quant au développement et au cours de l'artère centrale avant son entrée dans le bulbe optique. (III. 16.)

Pour ce qui concerne la séparation de la cornée et de la sclérotique, il faut se rappeler les points suivants : Une ligne est le premier indice du commencement de la délimitation histologique de la cornée et de la sclérotique. Cette ligne est circulaire, elle indique la place et l'étendue de la future cornée. On peut la reconnaître à la face externe et à la face interne de la membrane d'enveloppe. Elle résulte très probablement du plissement circulaire de la membrane protectrice, plissement qui se ferait de dehors en dedans, de manière que les plis fissent saillie en dedans. (III. 13.)

La délimitation de la cornée par des replis de la membrane d'enveloppe commune se fait très tôt, à une époque où cette dernière est encore fort mince. Comme elle est aussi complétement transparente à cette époque, il n'est pas rare de pouvoir observer la séparation des membranes sur des yeux d'embryons de poulets, à partir du temps où les plis commencent à se former; plus tard, on voit les limites de la cornée dessinées par deux lignes parallèles. Le parallélisme de ces lignes n'est pas constant: elles se confondent en certains points; elles sont superposées l'une à l'autre, mais elles ne le sont pas dans toute leur circonférence. La formation des replis de la membrane commune (IV. 1) ne peut être observée que durant peu de temps aux deux cercles dont nous avons parlé, et seulement sur des embryons de poulets. Chez le fœtus humain, le déve-

loppement de la cornée et sa séparation d'avec la sclérotique se font à peine avant la fin du troisième mois de la grossesse, à l'époque où les ramifications vasculaires de l'enveloppe commune atteignent l'espace cornéen sur lequel leur influence histologique ne tarde pas à se faire sentir. La membrane commune, cornée et sclérotique, avant cette époque, a partout la même épaisseur et le même degré de transparence, ce que l'on peut reconnaître le plus facilement en en faisant des coupes après dessication. Cette membrane desséchée est d'égale épaisseur dans ses parties scléroticales et cornéennes. Il est une époque à laquelle des fragments isolés de la membrane commune, coupée en pièces, si l'on ignore leur position, peuvent à peine être distingués entre eux à l'aide du microscope. Si l'on prend un œil de fœtus du milieu ou de la fin du troisième mois, et qu'on l'examine à l'état frais, la cornée paraît déjà distincte de la sclérotique, bien que ce soit encore la même membrane. On reconnaît les limites de la cornée à une ligne de démarcation très-nette. La sclérotique s'en distingue aussi par sa teinte bleuâtre. Lorsqu'on sépare avec précaution la sclérotique de la cornée dans tout son pourtour, sur des yeux d'embryons de poulets ou de mammifères, qui ont été macérés pendant plusieurs années dans l'esprit-de-vin, et qui s'y prêtent mieux que des yeux de fœtus humains, on observe à la cornée un bord mince reposant obliquement sur sa couche la plus interne et qui enveloppe la membrane. Celle-ci présente donc sur ses bords une troncature oblique, et la manière dont elle s'ajuste à la sclérotique rappelle tout à fait le moyen qu'on emploie pour faire tenir un verre de montre dans sa bordure.

L'examen microscopique de la cornée chez le fœtus humain très jeune, m'a démontré l'existence de globules arrondis, très petits, transparents et sans contenu; entre eux se trouvaient des molécules noires, de forme irrégulière. Au commencement du troisième mois de la grossesse, j'ai observé encore chez le fœtus humain des globules cornéens; mais

déjà à cette époque se montraient, confusément il est vrai, entre les globules des fibres entre-croisées. Ceci coïncide avec la délimitation des deux membranes chez le fœtus humain, délimitation qui se fait, comme nous l'avons dit plus haut, par une ligne circulaire, dont nous rapportons l'origine à un plissement des membranes. La cornée est alors plus bombée et plus épaisse qu'auparavant; jusque-là elle faisait partie de la sclérotique, et c'est encore comme continuation de celle-ci qu'elle se décèle, bien que sa structure se distingue déjà jusqu'à un certain point de la structure fondamentale de la sclérotique, comme nous le dirons plus loin. Ce n'est pas trop dire que d'attribuer à la cornée et à la sclérotique la même structure au commencement de la vie fœtale. La distinction de ces deux membranes se fait à partir d'un nouvel acte mécanique (plissement) et histologique de développement. Vers le milieu ou la fin du troisième mois, la cornée, jusqu'alors transparente, devient un peu trouble. C'est alors que la cornée et la sclérotique se distinguent l'une de l'autre. Cette opacité n'est pas de longue durée ; la cornée redevient promptement transparente, même plus qu'auparavant, tandis que la sclérotique devient plus compacte, plus épaisse et plus blanche. A cette époque de développement différentiel, lorsque là cornée n'est pas encore parfaitement arrondie ni bien limitée à son pourtour, et qu'elle se dégage peu à peu du tissu de la sclérotique qui l'environne, surviennent plusieurs affections congénitales, entre autres l'opacité congénitale de la cornée, maladie qui est encore très-peu connue.

La cornée de l'œil du fœtus humain subit, pendant la vie intrà-utérine, plusieurs modifications sous le rapport de son étendue, de sa voûssure et de son degré d'aplatissement. Son épaisseur varie aussi pendant la vie fœtale.

La cornée, au commencement de la vie fœtale, se présente sous forme d'un disque transparent, très aplati, proportionnellement très étendu, allongé ou arrondi. Plus tard, lorsque l'iris commence à se développer, la cornée devient plus

conique, et par là même elle paraît plus petite latéralement ; plus tard enfin, avant la naissance et immédiatement après, la cornée acquiert sa largeur et sa convexité définitives, mais non pas son épaisseur. Comme pour toutes les parties de l'œil, l'apparition des vaisseaux est pour la cornée un acte important de développement. Alors se modifient, par suite du changement des conditions de nutrition, la structure de la membrane, sa forme et son épaisseur. Nous voyons chez le fœtus humain parvenu à la seconde moitié de la grossesse et plus tôt encore, des ramifications vasculaires partir de la face antérieure et postérieure de la sclérotique et se distribuer aux faces correspondantes de la cornée ; c'est de là que dépend le développement histologique et morphologique des deux membranes qui limitent la cornée en avant et en arrière. (X. 5.) Quant aux vaisseaux qui se rendent de la sclérotique à la cornée en passant par-dessus la marge de cette dernière membrane, ils sont très minces et fort nombreux. Ils ne s'avancent pas très avant sur la cornée ; ils se terminent au lieu moyen de cette membrane, se perdant dans son tissu propre, sans former d'anses ni de coudes ; ils se distribuent en outre à la conjonctive cornéenne et à l'anneau conjonctival qu'elle forme déjà. Ces vaisseaux présentent une disposition très régulière.

Immédiatement au-devant de la ligne de séparation de la cornée et de la sclérotique, ou sur cette ligne même, à la face interne de la cornée existe un fort vaisseau artériel qui se distribue à la membrane transparente. Son trajet est circulaire, en forme d'anneau. (X. 5.) Ce véritable cercle artériel de la cornée résulte de branches vasculaires qui viennent de la profondeur de l'organe et qui se ramifient à la face interne de la sclérotique. De ce vaisseau circulaire partent des branches dont les supérieures se rendent à la face interne de la cornée, les inférieures, à la marge scléroticale et au tenseur de la choroïde en voie de développement.

La cornée du fœtus humain présente, peu après l'apparition de ses vaisseaux propres, par conséquent à la fin du qua-

trième mois, immédiatement au-dessous de l'épithéléon, une lamelle sans structure. Cette couche externe de la cornée, couche limitante (membrane limitante externe de la cornée), est très forte; elle est cause, sans aucun doute, de l'augmentation rapide en épaisseur de la cornée à cette époque de la vie fœtale. On la distingue aisément à la loupe; elle est très apparente sur des coupes transversales, examinées au microscope. Elle n'est pas aussi épaisse cependant que la membrane de Descemet. L'épaisseur de la membrane limitante antérieure pendant la vie fœtale, provient des nombreux vaisseaux qui se ramifient sur l'épithéléon de la cornée. Sur des coupes transversales bien faites de la cornée desséchée du fœtus, j'ai remarqué plusieurs fois de petites fibres de la couche limitante qui se recourbaient et se terminaient dans le tissu propre de la cornée; mais il n'en est pas toujours ainsi. Cette couche externe de la membrane transparente n'est pas à cette époque aussi épaisse que le stratum de la cornée; celui-ci, plus solide, reste étendu même dans des coupes minces, tandis que la lame dont nous venons de parler et la membrane de Descemet s'enroulent ordinairement en se desséchant: ce sont des membranes hyaloïdes et toutes deux ont un épithéléon propre.

A la fin du cinquième ou bien aussi du sixième mois, se manifeste à l'œil du fœtus humain une nouvelle modification, qui consiste en une diminution de l'aire de la cornée relativement à la sclérotique dont la surface augmente; la membrane cornéenne paraît aussi fortement épaissie. Il semble qu'elle soit devenue plus convexe et plus arrondie, d'ovale et d'aplatie qu'elle paraissait auparavant. Si l'on examine à cette époque une section de la cornée et de la sclérotique, on voit à la face interne, au point de jonction des deux membranes, une saillie de la cornée, et sur un plan plus interne, immédiatement derrière la saillie, près de la sclérotique, une dépression. La cornée semble séparée de la sclérotique par un espace circulaire plus mince; ce qu'on voit en examinant un segment antérieur bien conservé d'un œil de fœtus de cette époque. (IX. 7.)

Cette saillie de la cornée (crête fœtale interne de la cornée) paraît rugueuse lorsqu'on l'examine sur une coupe mince à l'aide d'une loupe; plus d'une fois j'y ai remarqué des fissures marginales. Je considère cette saillie comme la terminaison de la membrane de Descemet, qui, à cette époque, se perd au bord de la cornée, dans cette marge frangée de la membrane transparente, laquelle à son tour s'élargit, se porte vers le bord ciliaire de l'iris fœtal et forme le ligament pectiné.

Le développement plus considérable de la membrane de Descemet, lorsqu'elle s'étend vers la ligne de jonction de la cornée et de la sclérotique, est probablement la cause principale d'une augmentation en épaisseur de la cornée, et surtout de la formation de la saillie qu'on remarque à la face interne de celle-ci. Quant à la membrane de Descemet elle-même, à cette époque, quant à sa terminaison au bord de la cornée et à l'iris près du bord ciliaire de celui-ci, il faut noter ce qui suit : la membrane de Descemet constitue la couche postérieure, épaisse de la cornée; elle existe d'abord au milieu de celle-ci sous forme d'un petit disque membraneux assez épais; plus tard, elle s'étend en avant vers la ligne de jonction de la cornée et de la sclérotique, augmente à la périphérie et se termine assez abruptement au devant du bord de la cornée. Le canal veineux de Schlemm n'existe pas encore à cette époque; il ne se forme que lorsque la membrane de Descemet s'est étendue jusqu'au bord de la cornée et au-dessus de lui. Il résulte de là que la membrane de Descemet, avant de se terminer par des dentelures (IX. 10) qui aboutissent à l'iris, laisse entre elle et la cornée un étroit espace circulaire. C'est le canal veineux de la cornée. La paroi antérieure de ce canal est formée par la face interne de la substance propre de la cornée, et sa paroi postérieure par la membrane de Descemet. L'époque de sa formation ne peut être exactement déterminée. Plusieurs fois je ne l'ai pas trouvé même chez le nouveau-né; le plus souvent je l'ai vu au huitième mois. Pour ce qui concerne l'histologie de la substance propre de la cornée du fœtus, j'ai à faire connaître les

observations suivantes, qui ont été faites à diverses époques : Ordinairement on trouve, lorsque la cornée se dégage de la sclérotique, en dedans du cercle dont il a été question plus haut, et qui se forme par plissement des deux membranes, que les deux membranes limitantes de la cornée existent déjà, même à une époque peu avancée de la vie fœtale ; de sorte que la substance propre de la cornée est entourée latéralement par la sclérotique, en avant par la membrane limitante antérieure, en arrière par la membrane de Descemet. L'espace qu'occupe la cornée proprement dite est celui d'un segment de l'enveloppe générale de l'œil. Elle est en rapport de tous côtés avec la sclérotique, dont elle n'est nullement séparée : elle en est au contraire la continuation immédiate ; elle ne s'en distingue que par des différences très minimes de structure. Le tissu propre de la cornée est un parenchyme ordinairement de couleur jaunâtre, rarement incolore, ou d'un blanc transparent, assez consistant, dont la coupe révèle au microscope une structure fibreuse. Les fibres sont minces, droites et disposées horizontalement ; elles sont très rapprochées les unes des autres, mais elles se touchent rarement; entre elles existent des cellules arrondies ou allongées. Les cellules arrondies déterminent, surtout quand elles sont réunies en groupes assez étendus entre les fibres, des ondulations de celles-ci. Sont-elles plus allongées, alors le trajet des fibres est moins onduleux, plus rectiligne, elles se juxtaposent, en ce cas, à de minces prolongements des cellules. Là où le tissu propre de la cornée avoisine la sclérotique, qui est plus mince, apparaissent du côté de la sclérotique une grande quantité de fibres minces disposées en couches. Leur trajet est onduleux ou sinueux : elles paraissent plus fortes et plus épaisses à la sclérotique ; mais, dès qu'elles arrivent à la cornée qui est plus épaisse, elles semblent devenir plus minces, plus faibles et plus droites. Les cellules arrondies ou allongées, dont nous avons déjà parlé, que l'on a décrites comme des corpuscules, des noyaux ou des enveloppes, et auxquelles on a, par conséquent, imposé différents

noms, m'ont paru variables selon les époques; elles sont tantôt turgescentes, pleines de vie, tantôt plus flasques. Je rapporte leur plus ou moins de turgescence au développement en épaisseur de la cornée, qui se montre périodiquement pendant la vie fœtale. Il m'a paru aussi que les cellules cornéennes étaient plus arrondies au commencement de la vie fœtale, et plus allongées à mesure qu'on se rapprochait de l'époque de la naissance. La turgescence des cellules est surtout très prononcée dans la substance cornéenne des enfants nouveau-nés, chez lesquels la cornée est plus convexe et plus épaisse, ce que l'on voit très bien sur des yeux de nouveau-nés, coupés verticalement et plongés dans l'eau. Pendant la seconde moitié de la vie fœtale, l'état histologique du tissu cornéen proprement dit m'a paru rester sensiblement le même à partir de l'époque où la délimitation en arrière de la cornée est complétée par la membrane de Descemet, qui s'unit à l'iris déjà développé, en faisant abstraction, toutefois, des légères modifications que subissent les cellules de la cornée, et que nous avons indiquées. Il est important de se rappeler que la cornée du fœtus ou d'un enfant nouveau-né, qui, à l'état frais, paraît sur la coupe beaucoup plus épaisse que la sclérotique, s'amincit beaucoup en se desséchant et se replie en dedans aux extrémités de la section; ce qui prouve que la cornée doit son volume plus considérable à des éléments aqueux renfermés entre les fibrilles et dans ses cellules, et non pas à une plus grande masse de tissu. Si l'on fait macérer longtemps dans l'eau un segment sclérotico-cornéen, la cornée reprend en partie son volume primitif par imbibition.

II

Développement de la capsule du cristallin et de la lentille.

(Planches 4-5.)

Développement de la capsule. — Nous ne connaissons que peu de chose relativement au développement de la capsule du

cristallin chez l'homme. Les premières traces de sa formation appartiennent à une époque du commencement de la vie fœtale, qui ne se révèle qu'exceptionnellement à l'œil de l'observateur. Nous devons, par conséquent, nous contenter d'examiner des yeux d'embryons de poulets, dont il est beaucoup plus aisé d'étudier la formation et le développement dès les premiers temps, afin d'avoir au moins, quant au développement primitif de la capsule cristallinienne, quelques faits saillants et fondés sur des nécropsies.

Il y a plus de vingt ans que, dans une lettre adressée à Huschke (*Journal d'ophthalmologie de Von Ammon*, t. III, p. 354), je lui faisais observer qu'après avoir examiné, après lui, sur des embryons de poulets, le fait qu'il avait annoncé et qui avait éveillé un vif intérêt, la formation du système cristallinien par un repli de la membrane d'enveloppe de l'œil, je n'étais jamais parvenu à le vérifier en introduisant dans l'œil, à l'endroit où devrait se former le pli en dedans, un fin cheveu. La même chose m'est arrivée avec un embryon humain très-jeune que je devais à l'obligeance du docteur Günther, de Dresde, et sur lequel je croyais avoir reconnu, à la loupe, l'endroit du pli de la membrane de l'œil : je ne pus réussir à y introduire un cheveu. Depuis cette époque, je n'ai négligé aucune occasion d'examiner très-attentivement cette phase si importante du développement, pendant que des physiologistes, les uns se prononçaient pour l'intervention de la membrane d'enveloppe commune de l'embryon dans la formation de la capsule cristallinienne, les autres affirmaient n'avoir jamais rencontré dans les embryons de mammifères les moins avancés de repli en dedans de la membrane externe, même en employant de forts grossissements. Je n'ai pas mieux réussi sur des embryons de lièvres, de chats, de chiens, de chevreuils, de porcs, de moutons, de chiens et de vaches, bien que j'aie eu occasion d'en disséquer beaucoup qui étaient à leur premier développement, tant à l'état frais que conservés dans l'alcool ou l'acide chromique. Je ne me contentai pas de ces résultats

négatifs, et je cherchai pendant plusieurs années, au moyen d'un appareil d'incubation, à étudier l'ophthalmogénèse sur des œufs de poule, à une époque aussi peu avancée que possible. Le second jour de l'incubation, j'observai les faits suivants : l'embryon très délicat et transparent, nageant dans un verre de montre rempli d'eau distillée et éclairé vivement par le soleil, j'y distinguai, au moyen d'une forte loupe, le contour de l'œil, encore très-faible. Il paraissait en plein soleil comme une ombre, de forme allongée, ouverte en bas. L'espace optique vu de côté présentait constamment une certaine convexité; on pouvait à travers sa surface transparente et légèrement soulevée, voir l'intérieur de l'œil sans y distinguer, toutefois, rien de précis quant à son contenu. Je ne parvins pas alors à apercevoir la fossette à la surface de la membrane externe. Sur des embryons de poulets plus avancés de six à douze heures, j'observai l'extrémité céphalique se courbant dans le sens du plan abdominal et la formation de l'ampoule cérébrale. Le développement des deux yeux était déjà si avancé qu'on pouvait distinguer leurs contours sans loupe. Ils consistaient en deux anneaux de pigment, ouverts en bas. (I. 2-3.) L'anneau optique était allongé, à bords épais, pas nettement dessiné, paraissant replié en certains endroits, comme s'il eût renfermé encore de la substance destinée à s'étendre pour augmenter le contour de l'œil. Cet anneau pigmentaire, qu'il faut distinguer d'un anneau antérieur, le cercle cornéen (IV. 1), est formé par le bord antérieur visible et bien délimité de la choroïde, que l'on a si souvent pris, à tort, jusque dans ces derniers temps, pour l'iris. (I. 3-4.) Je ne pus constater à cette époque de repli en dedans de la membrane externe de l'œil. Cependant, si la fossette existait, elle ne passerait que difficilement inaperçue, puisque nous distinguons facilement et d'une manière positive la fossette qui marque l'emplacement primitif de l'oreille, et que, sur des embryons de mammifères qui ont macéré dans l'acide chromique, on suit sans peine le développement, au museau et aux paupières,

des cryptes sébacés qui sont vraiment des replis en dedans de la peau. Ils serviraient à l'observateur d'exemples parfaits du mode d'inflexion à l'œil, si celle-ci existait. D'après mes recherches, cette inflexion n'a pas lieu ; au moins, je n'ai pas pu la constater.

La formation de la capsule cristallinienne a lieu, pour les embryons de poulets, à la fin du second ou au commencement du troisième jour, peut-être aussi plus tard encore; mais elle a lieu, en tous cas, à l'époque où les contours de l'œil, allongés et interrompus en bas, mal dessinés jusqu'alors, se prononcent davantage, et où, à leur centre, se forme une gibbosité distincte. La forme de la capsule suit la forme primitive de l'œil; elle est allongée, pointue en bas (IV. 1). Son développement commence à l'époque où l'anneau optique allongé n'est pas encore complétement fermé en bas. Le soulèvement rapide de la surface de l'œil au-dessus du niveau des parties qui en sont les plus proches, parle plutôt en faveur d'une force qui, du fond de l'œil, dilaterait la vésicule optique et contribuerait au développement de la capsule cristallinienne, que pour une inflexion qui devrait être accompagnée d'aplatissement des yeux.

Le début du développement du cristallin chez l'embryon de poulet se révèle par une augmentation de la vésicule optique, notamment par le soulèvement de sa partie antérieure. Celle-ci devient plus grande, plus claire, plus animée et miroitante. Lorsque le cristallin commence à se former, l'œil se sépare des parties environnantes de la tête avec lesquelles il se confondait d'abord, et il se présente sous une forme élevée, bien nettement déterminée.

J'ai fait les remarques suivantes sur le développement ultérieur de la capsule : elle naît immédiatement derrière l'enveloppe oculaire commune, à l'endroit de la future cornée. J'ai vu à une époque très peu avancée, sur l'œil ouvert de l'embryon du poulet et aussi chez des fœtus de mammifères, la capsule primitive, sous forme d'un mince bouton membraneux;

d'abord simple, elle devient ensuite lamelleuse, c'est-à-dire qu'elle se sépare en deux feuillets entre lesquels se forme, au centre, un petit espace, berceau du cristallin naissant; puis l'organe perd rapidement sa forme arrondie et prend la forme d'une capsule oblongue, où l'on peut distinguer une paroi postérieure. La division de la capsule primitive en deux feuillets est suivie immédiatement de la formation de la lentille elle-même (IV. 1). La membrane capsulaire, au début, ne se trouve pas au centre du bulbe en voie de se développer, mais elle est inclinée en haut en avant, et en bas obliquement en arrière. Il faut chercher l'explication de cette direction oblique de la capsule dans la forme de l'œil, qui n'est pas encore complétement globuleux en arrière, et qui, par conséquent, semble s'incliner en avant. En bas et en arrière, il est ouvert, aplati, quelquefois même triangulaire; il attend le développement ultérieur et la soudure de la fente fœtale postérieure. (II. 24.) La capsule rudimentaire correspond au fond de l'œil, bien que celui-ci n'existe pas encore à cette époque, à proprement parler, puisque, dans cette région, le bulbe optique est ouvert par la fente scléroticale, choroïdienne, etc., et communique librement avec l'ampoule cérébrale. (II. 2.) Par suite du manque d'iris à cette période du développement, l'œil n'a qu'une seule cavité, qui n'est pas fermée en arrière. La division de la membrane capsulaire primitive en deux feuillets, entre lesquels se forme la cavité capsulaire, est suivie immédiatement de la formation du cristallin; elle lui doit peut-être, en partie, son origine, car il n'est pas invraisemblable que le premier contenu de la capsule soit le liquide transparent, contenant les cellules du cristallin (IV. 2), qui formeront d'abord des fibres de cristallin, puis des couches lenticulaires, et enfin la lentille elle-même, dont le segment antérieur se développe après l'autre. La division de la capsule en deux feuillets se rencontre d'abord au milieu de la membrane simple, qui se soulève en ce point en avant et en arrière, sous forme d'ampoule.

J'ai eu plusieurs fois l'occasion d'observer ce que je viens de dire, après avoir soumis à l'action d'un mince filet d'eau la tête d'un embryon de poulet, ouvert à la région oculaire, et placé dans un verre de montre plein d'eau distillée, puis en examinant au soleil et à la loupe la substance détachée et nageant dans l'eau. Il me parut que la capsule avec ses deux feuillets se développait comme se forme un kyste simple. Au milieu de la membrane encore unique, s'élève un point transparent, rempli d'un liquide limpide. Ce point de la capsule se développe avec une étonnante rapidité : il prend d'abord une figure allongée, puis globuleuse; plus tard, la paroi postérieure de la capsule devient plus épaisse que l'antérieure. A cette époque, les parois capsulaires, qui viennent de se former par lamellisation, se séparent aisément sur tous les points du cercle où elles se touchent; ce qu'il est aisé de constater en les soumettant à l'action d'un filet d'eau. La capsule antérieure, plus mince, forme, lorsqu'on la dessèche, une grande quantité de plis, qui constituent des élévations vésiculeuses *sui generis*, et qui s'écartent légèrement de la face antérieure du segment postérieur du cristallin, le premier qui se développe. (IV. 14.) La capsule antérieure est quelquefois percée d'une ouverture au centre, quand elle n'est pas trouée en forme de crible; j'ai rencontré plusieurs fois une fente à son centre, mais seulement sur des yeux injectés de mammifères. J'ai vu souvent, en examinant au microscope la face interne de la capsule antérieure, un tissu ressemblant à de l'épithéléon, à contours confus; je le crois formé par les terminaisons des nombreuses branches vasculaires, qui, venant de l'artère centrale de la rétine, ne se distribuent pas seulement à la capsule postérieure, mais se ramifient aussi sur l'antérieure. (IV. 8-9.) Il me parut qu'à une époque très peu avancée du développement, elles pénétraient dans la couche membraneuse mince, en contribuant à la former, et qu'elles se terminaient à sa face interne sous forme d'épithéléon. (IV. 9.) Cet épithéléon n'est pas régulièrement développé partout, il

n'est pas nettement défini. Cette métamorphose de ramifications vasculaires isolées de la capsule antérieure en tissu épithélial n'est qu'un phénomène passager; on l'observe au commencement de l'époque où se développe le cristallin, lorsque se forme le segment postérieur de cette lentille. Aussitôt que le segment antérieur s'est uni au segment postérieur par l'intermédiaire de l'épithéléon, cette matrice du cristallin, le calibre des branches artérielles de la capsule antérieure diminue, elles ne charrient plus de sang rouge et elles se métamorphosent peu à peu en tissu hyaloïde de la capsule antérieure. Celle-ci n'a point, à cette époque, une épaisseur égale partout; elle est parfois si mince en quelques endroits que, par la dessiccation, elle s'y raccornit, ou plus souvent y est criblée de trous.

A une époque moins avancée de la vie fœtale, la capsule antérieure est très rapprochée de la face postérieure de la cornée; cette dernière membrane est encore fort plate, et il n'existe ni iris ni humeur aqueuse. La capsule postérieure est en rapport immédiat en arrière avec l'hyaloïde, qui, à cette époque, n'est pas un corps arrondi, mais une membrane unie. Elle est très proche de la rétine, ainsi que de l'artère centrale, à son entrée dans le bulbe par la fente fœtale. L'artère chemine entre elle et l'hyaloïde. Le vaisseau se divise en trois ou quatre branches, et se porte vers la capsule postérieure, tantôt à son centre, tantôt un peu de côté, selon que le trajet est central ou bien excentrique, plus rapproché du plancher de l'œil : ce dernier cas n'existe ordinairement qu'au début du développement. Il n'est pas rare que la capsule postérieure présente un léger enfoncement au point central où se rendent les vaisseaux (fossette fœtale de la capsule postérieure); ceci amène bientôt la formation d'une figure à huit ou à quatre angles. (V. 5-6-7-8.) Cette fossette disparaît plus tard, probablement par suite de la voûssure de la paroi capsulaire, déterminée par une augmentation en volume du pôle postérieur du cristallin. Je ne sais rien de

plus sur la signification ni sur la cause de ce phénomène que présente la capsule postérieure; mais il me semble raisonnable de croire qu'il n'est probablement pas sans influence sur le développement de la cataracte congénitale quadrangulaire de la capsule postérieure, comme je l'ai dit autrefois. Je me réserve, au reste, de revenir sur ce sujet.

Développement du cristallin. — S'il est difficile à l'observateur de surprendre l'instant où commence le dédoublement de la capsule primitive en deux feuillets, il ne l'est pas moins de préciser, à l'aide de la loupe ou du microscope, le premier développement du cristallin à l'intérieur de la capsule. Tous les observateurs sont muets sur ce point. Je n'ai pas réussi à voir dans le fœtus humain les premiers indices de la formation de la lentille. Les yeux sont si peu consistants chez l'embryon humain très jeune, à l'époque où il conviendrait de les examiner, que je n'ai pu isoler suffisamment chez eux le cristallin primitif, quelque précaution que j'aie employée dans les irrigations. Sur des yeux d'embryons de poulets, j'ai distingué plusieurs fois, à l'intérieur de la capsule cristallinienne, des cellules transparentes, incolores, arrondies ou allongées, et cela au troisième jour de l'incubation. (IV. 2.) Elles étaient au nombre de cinq ou de six, quelquefois davantage, correspondant au centre de la face interne de la capsule postérieure, c'est-à-dire qu'elles étaient placées entre les deux parois capsulaires qui venaient de se former, et qui se touchent presque encore à cette époque, car l'espace qui existe entre elles est très restreint au commencement, et il n'est rempli que d'une petite quantité d'un fluide transparent qui contient les cellules mères du cristallin. Des capsules cristalliniennes de la même couvée, examinées quelques jours plus tard, renfermaient une lentille beaucoup plus développée. On pouvait déjà distinguer un vrai cristallin. (IV. 7.) Il consistait en un disque arrondi et aplati, formé de fibres de cristallin qui s'irradiaient du centre à la périphérie, de manière qu'au centre il restait un espace vide triangulaire où venaient

se terminer les fibres du cristallin. Au centre donc existait un espace vide, plutôt triangulaire qu'arrondi, mais pas de noyau globulaire. Cet arrangement des fibres forme le substratum du futur cristallin. Celui-ci consiste en un disque mince qui donne naissance plus tard au segment postérieur de la lentille. Sur sa face postérieure se déposent peu à peu de courtes fibres cristalliniennes embryonnaires, qui s'allongent de plus en plus et qui forment la partie postérieure du cristallin. La partie antérieure du segment postérieur se développe d'abord, et à celle-ci vient s'ajouter ensuite le reste. Avant de continuer à décrire le développement extérieur du cristallin, il faut que je dise ce que j'ai observé quant au développement des globules de cet organe et à leur métamorphose en fibres et en couches fibreuses dans l'œil du fœtus humain. Les globules donnent naissance à des fibres variant de forme, de grandeur et d'épaisseur : elles sont d'abord mal définies, on dirait des pierres de taille diversement taillées; leur ensemble constitue la lentille optique, non pas du premier coup, mais peu à peu, en passant par bien des métamorphoses. (IV. 5-6.)

La substance du cristallin, telle que je l'ai trouvée, consistait dans les éléments suivants : 1° de belles cellules transparentes, grandes et petites, arrondies, allongées, même anguleuses (IV. 2); 2° des fibres cristalliniennes minces, isolées, non tubuleuses; par-ci par-là, des noyaux agglomérés en masses distinctes (IV. 3-4); 3° ces fibres isolées, transparentes, claires, avaient des bords tantôt lisses, tantôt dentelés; les dentelures étaient plus prononcées là où deux fibres s'unissaient (IV. 4); 4° les fibres étaient recourbées en quelques endroits, comme des poils, et légèrement ondulées (IV. 5) : je n'ai jamais vu de fibres le moins du monde tubuleuses; 6° quelquefois, là où les fibres étaient séparées, soit par hasard, soit par la dissection, elles semblaient se dégager d'une espèce de nœud ou de peloton, phénomène que je n'ai pu encore m'expliquer. L'examen des cristallins de fœtus de mammifères,

notamment de ceux qui avaient séjourné longtemps dans l'alcool ou l'acide chromique, et qui étaient plutôt désorganisés que durcis, m'a fait connaître les faits suivants : on ne voit pas, au commencement, à l'intérieur de la capsule, de fibres cristalliniennes complétement développées. Les premiers indices du cristallin en voie de se former, sont des cellules sans noyaux, arrondies, d'autres fois allongées, placées à la file, en ligne droite, à l'intérieur de la capsule, qui se réunissent d'abord une à une, et, plus tard, toutes ensemble sur tous les points. (IV. 3.) De cette façon se forment des fibres de cristallin, courtes et minces quand elles résultent de petites cellules, courtes et épaisses quand elles naissent de cellules plus grandes. J'ai vu quelquefois qu'après la réunion de cellules épaisses en fibres courtes, qu'on aurait pu appeler colonnes du cristallin, les cellules, en s'ouvrant d'un côté, formaient, du côté opposé, les dentelures des fibres. (IV. 4.) Il n'est pas rare non plus de voir se déposer sur des fibres réunies côte à côte, en forme de membrane, et en suivant la direction des fibres simples, des globules de cristallin réunies en chapelet, de sorte qu'on peut observer, à la fois, des couches fibreuses, des fibres, et des fibres en train de se développer par globules de cristallin. (IV. 6.) Les couches fibreuses forment souvent de véritables membranes; celles-ci sont plus épaisses à leur milieu qu'à leurs extrémités. De cette substance du cristallin, où les cellules se changent en fibres, et où celles-ci s'unissent en membranes, se forme la lentille elle-même, qui est d'abord, comme nous l'avons vu, un disque composé de fibres droites, nées de la juxtaposition de globules de cristallin (IV. 7), et qui sont disposées en trois groupes. La forme primitive du cristallin est celle d'un disque plat qui constitue la partie antérieure du segment cristallinien postérieur, le premier en date. Le segment postérieur est la base qui sert de point d'appui aux dépôts ultérieurs. Le segment antérieur s'ajoute plus tard au segment postérieur. (IV. 18-19-20.) Celui-ci consiste en trois groupes de fibres (IV. 7),

et augmente par la juxtaposition de fibres courtes et épaisses qui se déposent obliquement sur la face postérieure du disque cristallinien. (IV. 17.) Les fibres périphériques se recourbent de plus en plus ; elles affectent, en arrière, la forme d'un segment de sphère : c'est ainsi qu'elles constituent le segment postérieur du cristallin. (IV. 11-12-13-14.) Ce segment est en forme de bouton : en avant il est légèrement concave ; en arrière il est convexe à un degré plus ou moins prononcé, ce qui fait que le segment postérieur du cristallin n'a pas toujours la même forme. (IV. 11-12-13.) Pendant que le segment postérieur se développe, surtout au pôle postérieur de la lentille, par le dépôt des divers éléments que nous avons indiqués plus haut, commence le développement du segment antérieur. Celui-ci n'attend pas que le développement de l'autre soit complet. Cependant, il arrive parfois (probablement par suite d'un état pathologique de la capsule antérieure), que, par un arrêt de développement du cristallin, le segment antérieur ne se forme pas, vice congénital du cristallin que j'ai désigné sous le nom d'*hémiphakie*, et qui se présente sous l'aspect d'une cataracte congénitale, mais qui se lie presque toujours à une anomalie de développement de la tête et des yeux. Les fibres cristalliniennes, larges et épaisses, se déposent en forme de palissade sur la face antérieure du segment postérieur du disque primitif, pour former le segment antérieur. (IV. 17.) Elles se groupent par ordre ternaire, en figurant d'abord une masse confuse d'où se développe, peu à peu, le segment antérieur de la lentille. Sa structure profonde est cuboïde, anguleuse, massive, non arrondie. (IV. 17.) Il est aplati, plus petit que le segment postérieur ; celui-ci présente, par conséquent, une marge en saillie qui persiste assez longtemps, et qui disparaît peu à peu. (IV. 19-20-21-22.) On voit à la périphérie, là où les deux segments se touchent, tantôt un rebord saillant, tantôt un sillon qui environne souvent circulairement le disque cristallinien, qui, d'autres fois, n'existe plus qu'en un seul endroit (IV. 20-21-22), crête et

sillon fœtal de la lentille. Les fibres de cristallin effacent peu à peu, en se recourbant, les traces de ce développement incomplet de la lentille; et comme, en se déposant autour du disque optique, elles ne s'étendent pas de l'un à l'autre pôle, mais qu'elles n'enveloppent que partiellement les faces latérales, le corps du cristallin, d'abord cuboïde, prend une forme arrondie, et enfin sa forme lenticulaire définitive.

Si l'on récapitule, d'après ces recherches, les phases de la formation et de l'accroissement du cristallin, spécialement d'après les observations faites sur des cristallins embryonnaires desséchés, on distinguera dans le développement de la lentille deux périodes : celle de la formation primitive et celle du développement consécutif. La première comprend la formation fondamentale, l'apparition du segment postérieur de la lentille; l'autre, qui se fait de la même manière, celle du segment antérieur. Il ne faut pas oublier que le groupement ternaire des fibres a lieu pour la formation de chaque segment, et qu'il persiste pendant le développement ultérieur du cristallin. Nous voyons, dans le cours de l'évolution du cristallin par groupement ternaire, que les fibres, au commencement de la phakogénèse, se déposent en couches, en forme de palissade et de peu d'étendue, qui, arrangées selon le type primordial, n'ont pas tout à fait l'aspect d'une sphère, mais celui d'un cube. Celui-ci s'arrondit sur les angles par de nouveaux dépôts; les fibres, d'abord courtes et disposées en palissade, se recourbent en haut et en bas, en contribuant ainsi à donner à la lentille sa forme arrondie. (IV. 17.)

Revenons maintenant à ce que l'expérience nous apprend quant au développement du cristallin chez le fœtus humain.

A la fin du second mois ou au commencement du troisième, la lentille n'est plus un disque, mais une petite sphère aplatie en avant, pointue en arrière (semblable à la figure représentée pl. V, fig. 2). La lentille et sa capsule sont proportionnellement très petites à cette époque; le système cristallinien n'occupe pas le quart de l'œil. Lorsqu'on l'a fait macérer dans

l'alcool, on voit çà et là des enfoncements qui résultent du retrait en dedans de la capsule, parce que la masse du cristallin est encore trop peu considérable pour remplir la cavité de la capsule, et qu'elle présente latéralement des sillons et des trous que les fibres du cristallin, en voie de formation, n'ont pas encore comblés en se déposant autour du noyau. Le cristallin, extrait de sa capsule, consiste en fibres qui commencent à se former de globules du cristallin. J'ai trouvé à l'intérieur de la capsule d'un fœtus humain, à la fin du troisième mois, un disque qui était convexe en arrière, vers le fond de l'œil. Le cristallin présentait des fibres parfaitement développées. Je remarquai, en outre, que le liquide qui entourait le cristallin à l'intérieur de la capsule, examiné au microscope, ne renfermait pas de véritables fibres de cristallin, c'est-à-dire que les corpuscules déja agglomérés, réunis en forme de chapelet, n'étaient pas fondus ensemble, et que les stries assez courtes qu'ils formaient n'avaient pas de limites latérales nettes. Ils étaient arrondis ou allongés; tantôt ils se touchaient légèrement, tantôt ils étaient plus intimement unis, et les intervalles qui les séparaient d'abord avaient disparu.

D'autres fois, chez des fœtus humains de quatre mois environ, le cristallin paraissait très aplati en avant; en arrière, au contraire, il se terminait tantôt en forme de sac, tantôt en pointe. A la marge des deux lentilles existait un rebord saillant, dentelé, et qui appartenait manifestement au segment postérieur, développé le premier. Le diamètre longitudinal du segment antérieur était plus petit, et l'on remarquait au centre de sa face antérieure des fibres groupées par ordre ternaire avec une excavation médiane. Cette dernière provenait de la réunion incomplète des fibres au centre du pôle antérieur de la lentille.

La lentille est-elle acuminée en arrière, cette pointe fœtale du cristallin touche le fond du bulbe, qui est ouvert, vers le cerveau, par la fente fœtale, à travers la sclérotique, la

choroïde et la rétine; elle est en rapport avec l'artère centrale de la rétine, qui pénètre là dans l'intérieur de l'œil. Très près de la pointe du cristallin se trouve le corps vitré, qui n'est encore qu'une membrane hyaloïde mince; il a aussi un sommet pointu et obliquement dirigé. L'artère centrale s'y insère comme un appendice caudiforme.

Le cristallin du fœtus humain, du quatrième au cinquième mois, a déjà le plus souvent sa forme normale, sauf qu'il est encore pointu à sa face postérieure. A l'extérieure, il présente des traces de la réunion de ses deux segments, sous forme de sillon ou de rebord marginal. Sa partie postérieure est plus épaisse que l'antérieure. (IV, 18.) On remarque souvent à la surface du cristallin des sillons qui l'entourent en s'étendant d'un pôle à l'autre. Ces sillons proviennent de ce que les fibres du cristallin, qui se déposent selon la largeur de la lentille, n'ont pas comblé les interstices qui existent entre les diverses couches fibreuses. Au centre de la face antérieure du cristallin existe, à cette époque, une ouverture; son origine est la même que celle des sillons latéraux : les fibres qui s'élèvent de la périphérie de la lentille vers son centre, ne se touchent pas encore en ce point.

En examinant des yeux de fœtus humain à six mois, je trouvai la capsule arrondie, sans qu'elle fût entièrement remplie par la substance cristallinienne parfaitement transparente. J'eus beau examiner la capsule, nageant dans l'eau, à sa face antérieure et postérieure, je remarquai toujours un espace assez considérable entre sa paroi interne et le cristallin. (V. 4.) Il existait, en outre, des traînées de substance cristallinienne qui se portaient de la paroi interne de la capsule au corps de la lentille. J'ouvris largement la capsule sur le côté; le cristallin, d'une forme plutôt polygonale obtuse que sphérique, sortit aisément de la capsule incisée avec précaution sous l'eau. La lentille, déposée sur un verre objectif et secouée doucement, laissa tomber sur le verre des parties isolées, et je distinguai parfaitement, au microscope, de dix à douze

couches cristalliniennes; elles se recouvraient et s'enchevêtraient comme des membranes très minces, en forme de voile d'un très bel aspect. (IV. 5.) Je n'ai jamais vu les fibres cristalliniennes simples plus distinctes ni plus réelles. Les intervalles qui existaient entre leurs points de jonction étaient transparents, libres de toute substance organique; nulle part n'existait de corps étranger. Les fibres cristalliniennes paraissaient comme coupées à leur extrémité, sans renflement, sans traces de canal. Leur forme était onduleuse; elles formaient des anses comme un fil qui doit être enroulé. (IV. 5.) Cet aspect devait nécessairement faire naître l'idée que le développement ultérieur de la lentille se fait par les anses des fibres qui viennent entourer le disque déjà existant.

Le cristallin prend une figure sphérique chez le fœtus au sixième mois, comme forme transitoire de développement. On découvre à cette époque une grande quantité de fibres parfaitement développées, formant des bandes lâches autour de la périphérie de la lentille. Il n'est pas rare qu'elles adhèrent au bord de la capsule, lorsqu'on en extrait le cristallin; leur développement est complet, leurs bords sont lisses, entiers; elles se séparent aisément les unes des autres.

Les couches superficielles du cristallin du fœtus humain montrent surtout les fibres isolées en voie de se réunir sous forme de couches membraneuses, et de véritables membranes qui s'imbriquent en se recouvrant les unes les autres; elles laissent parfois entre elles de petits interstices, qui peuvent devenir, à cette époque, le siége de la cataracte interstitielle. Si l'on enlève ces couches avec précaution, le noyau du cristallin apparaît comme un cube, et l'on reconnaît très bien la période pendant laquelle la lentille, d'abord cuboïde (IV. 17), prend peu à peu la forme sphérique par le dépôt de fibres de cristallin et de couches fibreuses convexes. Ce mode de développement explique mécaniquement la formation d'interstices entre les couches du cristallin. A sept mois, j'ai vu, chez le fœtus humain, la lentille renfermée dans

sa capsule claire mais incomplétement transparente, sans la remplir entièrement. Il existait entre la paroi interne de la capsule et le bord externe du cristallin un étroit espace circulaire, transparent à sa partie interne; une fibre de cristallin isolée, qui s'étendait de la paroi capsulaire à la lentille, était parfaitement visible. (V. 4.) La capsule, ouverte avec précaution, laissa échapper quelques gouttes d'un liquide clair; puis l'espace transparent disparut : la capsule s'appliqua étroitement autour du cristallin. Le liquide écoulé de la capsule renfermait des globules de cristallin et des fibres cristalliniennes déjà développées. Le cristallin sortit facilement de l'ouverture agrandie de la capsule; je vis, au moyen de la loupe, des bandes se détacher de la lentille, et l'examen microscopique me démontra qu'elles consistaient en couches de fibres de cristallin, qui se recouvraient les unes les autres, et dont quelques-unes étaient isolées. Entre elles se trouvaient les interstices dont nous avons déjà parlé. Les fibres de cristallin sur leur section transversale ne paraissaient ni gonflées, ni ouvertes; elles n'étaient donc pas tubuleuses. Le cristallin était presque entièrement sphérique. L'examen d'yeux d'embryons, de la fin du huitième et du milieu du neuvième mois, me montra la lentille sphérique renfermée dans sa capsule, mais ne la remplissant pas complétement. Il existait aussi dans ce cas un espace circulaire transparent entre la lentille placée au centre de la capsule et les parois de celle-ci. Je vis au moyen d'une forte loupe des fibres qui s'étendaient de la paroi interne de la capsule au corps de la lentille. En ouvrant largement la capsule, de manière à en faire sortir le cristallin, je remarquai des fibres disposées en forme de lien entre la capsule et la lentille, et dont on pouvait suivre la marche à la surface de celle-ci, autour de laquelle elles semblaient enroulées. L'aspect que présentaient ces bandes en se recouvrant était très beau à examiner. Je pouvais poursuivre au microscope les traînées fibreuses isolées jusque dans leurs plus fins éléments. Elles étaient transparentes,

sans la moindre obnubilation ; leur section, là où elles étaient rompues, paraissait lisse, nette, pleine; les anses que formaient les fibres en se recouvrant, indiquaient si bien leur mode d'agencement par bandes, qu'il était impossible d'expliquer l'accroissement du cristallin autrement que par le dépôt de ces bandes s'enroulant autour du noyau primitif. Après avoir fait macérer des fragments de membrane cristalline dans l'eau, on voit au microscope les fibres se séparer, puis se résoudre en fragments et en cellules propres du cristallin.

Dans le courant du neuvième mois, la forme lenticulaire du cristallin se dessine davantage; à ce changement de figure concourent surtout les parties latérales des fibres cristalliniennes, qui, en se développant, ne s'étendent pas d'un pôle à l'autre, mais qui naissant de la face postérieure de la lentille en dehors du pôle, se portent en avant sans atteindre le pôle antérieur. De là résulte une extension, un accroissement des parties latérales du cristallin. Il se développe à sa face antérieure des figures étoilées, arrondies, parce que les extrémités très minces des fibres ne se touchent pas exactement au pôle antérieur, et qu'il en résulte un défaut de substance qui devient aisément l'endroit d'un dépôt de molécules ténues ou d'un enfoncement de la capsule. C'est l'origine de cataractes centrales capsulaires ou lenticulaires congénitales, sur lesquelles j'ai déjà appelé, depuis bien des années, l'attention des ophthalmologues.

Le cristallin du fœtus présente souvent pendant son développement des déviations du type que nous venons de décrire. Des recherches ultérieures pourront seules nous apprendre si ces modifications sont des défauts de devéloppement ou des états transitoires par où doit passer la lentille avant son évolution complète. A ce propos, il faut se rappeler ce qui suit : Au début du développement de la capsule, celle-ci, qui tout d'abord est plus ou moins allongée, doit s'arrondir, et sa cavité, en prenant cette forme nouvelle, fournit une matrice plus sphérique au cristallin en voie de formation. Cependant,

le développement du cristallin commence quelquefois si tôt, que la capsule est encore allongée inférieurement à cette époque; et comme la forme de la lentille suit ordinairement celle de la capsule, elle est en ce cas pointue inférieurement. (V. 1-2.) J'ai vu plusieurs fois cette forme de cristallin sur des yeux de fœtus humains. Quelquefois la lentille était non-seulement pointue inférieurement, mais encore horizontalement fendue à son extrémité. (IV. 21.) Ce phénomène s'explique probablement par une réunion incomplète des deux segments de la lentille en voie de se former; la fente horizontale persistante serait un arrêt de développement. Une anomalie plus fréquente, c'est que le cristallin présente en bas une échancrure, une perte de substance; je l'ai observée plus souvent que la division horizontale. (V. 1-2.)

Une autre particularité du cristallin du fœtus très peu développé, c'est sa forme acuminée en arrière. On la rencontre assez souvent, bien qu'elle ne soit pourtant pas très fréquente. Dans ce cas, tout le bulbe fœtal est ordinairement pointu à sa partie postérieure. On remarque, en outre, sur beaucoup de cristallins embryonnaires, un sillon plus ou moins profond (IV. 21-22), tantôt partiel, tantôt général, affectant toute la marge de la lentille. Je considère ce sillon comme appartenant à l'époque du développement où le segment antérieur s'unit au segment postérieur du cristallin. Il pourrait bien provenir de ce que le bord du segment antérieur ne s'est pas intimement soudé à son congénère; de là, formation d'un creux entre les deux segments du disque. Sur le cristallin d'autres embryons humains, existe, à la place du sillon, une crête quelquefois très prononcée (crête fœtale de la lentille) (IV. 19), dont il faut rapporter l'origine à une différence dans les diamètres des segments cristalliniens, le segment postérieur débordant l'autre, dont le bord se trouve en dedans de celui du segment postérieur. Cette crête fœtale du cristallin est ordinairement mince et étroite; quelquefois elle est dentelée sur les bords.

Une remarque que j'ai faite plusieurs fois, et qui est importante à noter, c'est que, dans le fœtus près du terme et même chez les enfants nouveau-nés, le cristallin, conservé pendant longtemps dans l'acide chromique, n'a pas les deux segments de la même teinte. Tantôt le segment antérieur est plus clair que l'autre, tantôt c'est le contraire. Je ne pense pas que cette différence des deux segments dépende d'une structure plus ou moins compacte de l'organe; je crois plutôt que les colorations diverses des couches proviennent de l'imbibition plus lente ou plus rapide, plus facile ou plus difficile de la substance cristallinienne par l'acide chromique. En effet, il suffit de plonger un cristallin bicolore, qui a séjourné pendant deux jours dans l'acide chromique, dans une nouvelle solution de cet acide, pour que la différence de teinte s'efface.

III

Développement du corps vitré.

(Planches 5 et 6).

Lorsque l'œil du fœtus est encore très peu développé, c'est-à-dire au commencement du troisième mois de la vie fœtale, on distingue à peine le corps vitré comme un petit appendice transparent de la capsule postérieure, et son existence alors est même souvent méconnue. Il adhère par sa face antérieure à la paroi capsulaire, comme le ferait une membrane; sa face postérieure est immédiatement en rapport avec la rétine. (V. 9.) L'espace qu'occupe le corps vitré, réduit à l'état de simple membrane (l'hyaloïde), est très étroit ; et comme le cristallin et sa capsule sont déjà très développés à cette époque, et qu'ils remplissent en grande partie la cavité de l'œil, il en résulte que la membrane hyaloïde est située très profondement près de la fente interne fœtale de l'œil. Elle est irrégulièrement arrondie, en forme de disque, quelquefois de croissant ou de fer à cheval ; sa face concave, dirigée en haut, est en rapport avec la capsule postérieure, sa face convexe, dirigée en dedans

et en bas, est en rapport avec la rétine. Sa position est telle que son bord antérieur recouvre la marge de la capsule postérieure, mais que le centre et la région inférieure de celle-ci restent libres pour pouvoir donner passage à l'artère centrale de la rétine, qui arrive ainsi à la capsule postérieure. Les figures 14 à 17 de la planche V démontrent plus clairement que ne peut le faire une description, les rapports de position de l'hyaloïde avec la capsule postérieure, et la forme qu'elle affecte. Cette membrane est plus épaisse que la paroi capsulaire; elle n'est pas lisse comme celle-ci, mais plissée. A l'état frais, elle est transparente; on voit à l'œil nu, et mieux encore à la loupe, qu'elle est striée transversalement. (VI. 16-17.) Ces stries sont les premiers linéaments du tissu aréolaire du parenchyme gélatineux de l'hyaloïde. Le diamètre de toute la membrane équivaut à peine au quart de celui du cristallin ; sa forme varie suivant la position qu'on lui donne, lorsqu'il a été extrait de l'œil ainsi que la lentille. Ceci est clairement démontré par une série de figures qui représentent ces organes dessinés sous différentes faces. (V. 14-18.) On ne réussit pas souvent à trouver, à une époque aussi peu avancée, des hyaloïdes qui aient bien conservé leur position et leur forme. La partie inférieure béante de l'hyaloïde doit attirer ensuite notre attention. (V. 13.) Elle est le point de départ, l'origine du canal hyaloïdien, qui se développe en même temps que la couronne ciliaire. Ce n'est d'abord qu'une gouttière formée par la position que prend l'hyaloïde du fœtus en se repliant sur elle-même. Les bords de la membrane se rapprochent plus tard de plus en plus, et finissent par s'unir, de façon que la gouttière ou le sillon se transforme en un canal complet qui disparaît assez promptement à son tour, ou ne laisse tout au plus qu'un raphé. (V. 18.) L'union des bords de la fente inférieure de l'hyaloïde, repliée sur elle-même, entre eux et celle de la portion ciliaire de cette membrane avec la capsule du cristallin, est précédée ou accompagnée du soulèvement, de la lamellisation et d'un gonflement en tous sens du corps vitré ;

primitivement aplati, il s'élève sous forme de boyau, s'étend de plus en plus, se développe en arrière, en dehors et en dedans, et prend graduellement une figure sphérique. (VI. 23.) Ce gonflement de l'hyaloïde, déterminé par les transformations qui s'opèrent à l'intérieur, se fait peu à peu. En bas, dans la région du sillon inférieur, persiste longtemps, lorsque les bords de l'hyaloïde se sont déjà rapprochés et intimement soudés, une espèce de cicatrice, accompagnée d'une dépression du tissu; le corps vitré garde donc longtemps des traces de la gouttière qu'il forme primitivement. (VI. 3-4-18.) La forme de l'hyaloïde est en apparence très variable au commencement de son développement : cette variabilité trompe longtemps l'observateur qui cherche à connaître la morphologie de cet organe; parfois il croit avoir trouvé la forme fondamentale, définie et invariable de l'hyaloïde naissante, et puis il lui est souvent impossible de coordonner ce qu'il voit avec ses observations antérieures. Ces mutations apparentes dans la forme du corps vitré embryonnaire, dépendent en partie de la petitesse de l'organe et de la difficulté de bien le reconnaître, en partie de la diversité d'état et de développement des yeux examinés. L'hyaloïde, chez le fœtus humain au second mois, est très petit relativement au cristallin ; elle est plissée, très mince, comprimée entre la rétine et la capsule postérieure. Sa forme est celle d'un fer à cheval : elle enveloppe circulairement en avant le cristallin qui s'y enfonce; il n'existe pas encore de couronne ciliaire. Il y a toujours une solution de continuité à sa région inférieure. (V. 13-14.) A la fin du second mois ou au commencement du troisième, alors que le cristallin de l'œil du fœtus est souvent pointu en arrière et en bas, le corps vitré existe comme membrane hyaloïde, mais on ne peut le distinguer que difficilement à la loupe comme un tissu mince, transparent, délicat, en forme de petit fer à cheval; il n'y a pas de traces de couronne ciliaire, ni de dépôt de pigment, ni de sillons, dans la région ciliaire du corps vitré, là où il est uni au cristallin. La choroïde est

pauvre en pigment à cette époque : elle n'a pas de procès ciliaires ; la capsule du cristallin est placée sur un plan antérieur, près de la cornée : la choroïde n'est pas nettement limitée en avant ; son bord n'est pas régulier, mais un peu dentelé : il est ordinairement coupé en un point par la fente choroïdienne qui s'étend jusqu'en avant. (III. 5.)

On reconnaît à l'aide de la loupe, dans l'œil d'un fœtus humain de trois mois environ, l'hyaloïde mince, plissée, appendice de la capsule postérieure. Sa forme est plutôt celle d'un croissant irrégulier que celle d'un fer à cheval. Elle est d'un jaune clair, transparente ; sa face postérieure est intimement unie à la face antérieure de la rétine. (V. 2.) Elle embrasse en avant le bord de la capsule du cristallin, sans qu'elle présente en cet endroit le moindre indice de la couronne ciliaire. En bas, elle n'est pas encore fermée par un repli ; la gouttière persiste. L'hyaloïde est quelquefois pointue en bas et en arrière à cette époque peu avancée du développement de l'œil du fœtus, au milieu ou à la fin du troisième mois. (VI. 5.) Cette forme particulière du corps vitré se distingue par sa direction plus oblique par rapport au cristallin. Le corps vitré est en ce cas pyramidal ; sa base est appuyée sur la capsule postérieure, son sommet est dirigé en arrière et en bas. L'artère centrale s'insère au corps vitré ainsi fermé comme un prolongement caudiforme. (VI. 5.) La cause de la figure spéciale qu'affecte en ce cas l'hyaloïde, c'est la forme pyramidale de la partie postérieure et inférieure de la cavité du bulbe à cette époque de la vie fœtale. Cet espace n'est pas arrondi, mais plutôt triangulaire, parce que la fente fœtale générale de l'œil n'est ni large ni béante.

La forme fondamentale de l'hyaloïde chez les animaux supérieurs répond en général à celle de la capsule postérieure qu'elle environne ; toutefois, elle se modifie selon que la solution de continuité qui existe à sa région inférieure est plus grande ou plus petite, plus étroite ou plus large. Le plus ou moins d'étendue de cette fente fait varier notablement la forme

de l'hyaloïde, au point que les observateurs, selon leurs divers point de vue, l'ont comparée à différentes figures, elle est en fer à cheval pour les uns, en boyau pour d'autres. (V. 11-12.) L'hyaloïde adhère à la partie postérieure et encore plus au bord de la capsule du cristallin, celle-ci lui sert jusqu'à un certain degré de point d'appui pour se développer ultérieurement. Elle est très adhérente à la capsule postérieure dans son tiers supérieur; il n'y a pas d'abord d'adhérence à la capsule dans sa moitié inférieure, parce qu'à cette époque du développement l'artère centrale rampe dans cet espace en décrivant des sinuosités pour entrer dans la fente de l'hyaloïde. Lorsqu'elle y est arrivée, la fente se ferme peu à peu par le rapprochement de ses parois, et l'hyaloïde s'applique tout à fait contre la capsule postérieure. La fossette hyaloïde est formée alors, et l'oblitération de la fente du corps vitré termine cette phase du développement de l'œil. (V. 18-19.)

Malgré mes recherches répétées quant aux rapports entre la capsule postérieure et la membrane hyaloïde, c'est-à-dire en examinant de plus près les organes qui se rencontrent dans la fosse hyaloïde, je n'ai rien trouvé, sinon que la face postérieure de la capsule postérieure est étroitement unie à la portion de l'hyaloïde qui le recouvre. Le moyen organique particulier de connexion, (peut-être un fin tissu fibrillaire) qui unit ces deux membranes exactement juxtaposées, nous échappe; je n'ai rien vu de cette nature, bien que je l'aie souvent cherché. A vrai dire, l'artère centrale de la rétine, avant d'arriver à la capsule postérieure, envoie sur tous les points de la fosse hyaloïde des ramifications latérales qui se subdivisent à la face externe de cette dépression (XI. 1) et qui fournissent plus tard des anastomoses au cercle artériel de la zone de Zinn, dont les premiers éléments apparaissent de bonne heure. J'ai appelé ce réseau vasculaire *disque artériel* de la fosse hyaloïde. Il n'est pas difficile de séparer sur des yeux de fœtus qui ont macéré longtemps dans l'alcool ou l'acide chromique, la capsule postérieure de la face externe de la face hyaloïde : on y

parvient presque toujours ; ce qui est plus rare pour des yeux d'adultes. C'est pourquoi des anatomistes et des ophthalmologues ont été amenés à croire que la capsule du cristallin ne pouvait être séparée de la fosse hyaloïde sans lésion de celle-ci ou de la capsule postérieure.

Je n'ai pas vu sur la face antérieure de l'hyaloïde isolée, de plis, ni de dépôts, ni de déchirures ; la membrane était restée intacte, mais j'ai toujours constaté l'existence de très belles ramifications vasculaires, (XI. 1.) qui s'étendaient du centre à la périphérie. On peut les apercevoir à la loupe, que les yeux soient injectés ou non. La forme fondamentale qu'affecte l'hyaloïde correspond à celle de la capsule postérieure : elle est d'abord allongée, caudiforme ; plus tard, c'est une sphère allongée, comme cela a lieu pour le cristallin. Il existe à sa partie inférieure une gouttière formée par la membrane qui se replie sur elle-même. Selon que la gouttière est plus ou moins grande, le corps vitré prend la figure d'un fer à cheval ou d'un croissant. Le repli lui-même, variant en profondeur, constitue tantôt un sillon, tantôt un canal. Il correspond à la fente fœtale commune du bulbe, qui existe primitivement dans la sclérotique et dans la choroïde, et qui sert à laisser arriver l'artère centrale dans la cavité de l'œil. (V. 11-12-20.) C'est sur des yeux d'embryons de mammifères, conservés dans l'alcool ou l'acide chromique, puis desséchés et coupés transversalement, que l'on peut le mieux se rendre compte de la figure discoïde de l'hyaloïde primitive. On voit alors le degré de courbure du corps vitré variant pour les diverses époques du développement; puis ses bords s'unissent en un cordon fibreux qui se décèle à l'extérieur par un repli. (VI. 2-3.) Une chose remarquable, c'est, à une époque avancée, la position du cristallin et de sa capsule par rapport au corps vitré, ainsi que le mode d'union de ce dernier à la capsule. Elle est enchâssée dans le corps vitré, si profondément placée, que la face capsulaire antérieure ne dépasse que fort peu l'hyaloïde qui l'enveloppe. (V. 19-20.) Le cristallin est fixé comme une

pierre dans son châton. Il ne reste ordinairement à cette époque que des traces de la fente du corps vitré; elles existent plus souvent en arrière qu'en avant. (V. 20.) Le bord de l'hyaloïde qui enveloppe à une certaine distance la marge de la capsule est d'abord lisse comme elle, sans dépressions, assez élevé et d'une certaine épaisseur. Il présente quelquefois à cette époque à sa face interne, qui entoure la capsule, des adhérences fibreuses, régulièrement disposées, qui se portent en rayonnant à la capsule, et qui sont trop fréquents et trop réguliers pour qu'on les considère comme des formations accidentelles. Ces fibres apparaissent lorsqu'il n'existe encore sur le bord de l'hyaloïde ni traces de couronne ciliaire ni dépôt de pigment. (V. 20.) Les procès ciliaires en voie de se développer sont dépourvus de pigment; il ne peut donc pas s'en déposer sur le bord de l'hyaloïde. La couronne ciliaire se forme de ce bord lisse et simple de l'hyaloïde. Je ne déciderai pas la question de l'influence que pourraient exercer, en se développant, les procès ciliaires qui touchent par leurs sommets le bord de la capsule, et qui le comprimeraient au point de changer la surface lisse de la marge de l'hyaloïde en une surface plissée. Je ne crois pourtant pas que cela ait lieu, car, d'après mes observations, la même chose arrive pour le bord de la capsule, libre de toute pression. Je crois que cette modification ne résulte pas d'une pression, mais qu'elle est spontanée, organique. Le bord large et épais de l'hyaloïde qui environne à une certaine distance le bord de la lentille, en le dépassant en hauteur, s'applique contre la capsule en pénétrant dans les dépressions qui existent à son pourtour; il forme un cercle parfaitement clos de petits replis courts, pressés les uns contreles autres. C'est là l'ébauche de la couronne ciliaire, qui ne doit plus se modifier beaucoup pour arriver à son état définitif. (VI. 1-2.)

Il est une époque du développement du corps vitré chez le fœtus, où il est muni d'un col (col fœtal du corps vitré, VI. 2.) Cette phase du développement arrive à la fin du troi-

sième mois ou au commencement du quatrième, alors que l'œil s'allonge assez fortement. Les procès ciliaires existent déjà, mais l'iris manque encore. Il n'y a pas de chambre antérieure ; la capsule antérieure touche la face postérieure de la cornée, et le cristallin, remarquable par sa longueur et par son sillon latéral, est étroitement embrassé dans son pourtour par les procès ciliaires. (VII. 10.) Ils entourent la lentille comme une collerette. Ils sont placés latéralement à angle droit, et non pas obliquement, par rapport au col du corps vitré ; la pression qu'ils exercent sur l'hyaloïde contribue probablement à la formation de son col fœtal, qui n'est qu'un rétrécissement du corps vitré en cet endroit, et c'est sans doute par la même cause que les impressions de sa surface y sont marquées. (IX. 9.) En même temps, la partie ciliaire, l'ora serrata de la rétine, se développe dans le sens des bords de la capsule du cristallin, et les dentelures terminales de la membrane nerveuse se juxtaposent comme des doigts aux procès de la couronne ciliaire et se confondent plus tard avec eux pour former la couronne ciliaire.

Il n'existe pas de traces d'une réunion plus intime de la rétine avec les procès ciliaires ; elle se termine avant de les atteindre. Ce n'est que plus tard, lorsque les procès ciliaires ont acquis tout leur développement, qu'ils sont recouverts par une membrane hyaloïde, lame mince et gélatineuse, prolongement de l'hyaloïde qui tapisse la face interne de la choroïde. Si l'on étudie sur l'œil du fœtus humain, au troisième ou au quatrième mois, le développement ultérieur de la couronne ciliaire, l'observation microscopique démontre que la membrane externe de la marge ciliaire de l'hyaloïde n'offre pas d'éléments histologiques définis. On ne voit que des stries fines. La portion ciliaire présente déjà des prolongements de forme déterminée, processus ou languettes, et même une espèce d'ora serrata : leur bord externe est revêtu d'un pigment noir ; le bord inférieur est incolore (VI. 12). Ces prolongements forment peu à peu, en se rapprochant, un cercle

complet; derrière celui-ci se trouve un sillon allongé qui se transforme plus tard dans le canal de Petit (VI. 15). Quant à la structure élémentaire des procès ciliaires, je n'ai pu y voir qu'une agglomération d'épithéleon, des cellules à noyau ou à contenu pigmentaire. Vus à la loupe, ils ressemblent à des pierres poreuses (V. 15. *a. a.*).

Un fait remarquable, c'est le développement d'un sillon qui se forme à la face externe, en forme de cercle, peu après le développement de la couronne ciliaire; il est situé derrière celle-ci. Ce sillon se forme par un simple repli de la membrane externe, résistante, du corps vitré; sa surface interne est lisse, présentant çà et là quelques saillies : il ne tarde pas à se transformer en canal par le rapprochement de ses bords. Cette transformation d'un sillon en un canal complet se fait d'une manière très simple. Lorsque l'iris se développe et que, par conséquent, se forme la chambre antérieure de l'œil, après le développement du canal de Petit, le corps vitré uni au cristallin s'abaisse; il revient sur lui-même dans la région correspondante au canal de Petit en voie de formation et au col de la lentille, puis il s'aplatit. Le canal se forme avant la réunion de l'ora serrata de la rétine aux procès de la marge ciliaire du corps vitré; il résulte de là que le canal de Petit se trouve en dedans de la membrane hyaloïde. J'ai plusieurs fois fait cette observation sur des yeux de fœtus de trois à quatre mois, qui avaient séjourné quelques semaines dans l'acide chromique dilué. La membrane externe de l'hyaloïde est durcie par l'acide, et il est facile alors de vérifier ce que nous venons de dire touchant le développement du canal de Petit (VI. 15).

Le canal hyaloïde résulte d'une inflexion de l'hyaloïde, ce qui amène la formation d'une gouttière ou d'un canal, selon le degré de profondeur et l'ouverture large ou étroite du sillon qui se forme. Cette inflexion de l'hyaloïde fœtale se termine : en avant, à la capsule postérieure; en arrière, à la fente de la rétine; en bas et en arrière, au plancher de l'œil; par consé-

quent, encore à la fente rétinienne (V. 18). La profondeur et l'étendue du canal hyaloïde dépendent de la grandeur et de l'épaisseur variables du corps vitré et des divers degrés de son développement morphologique. Il en est de même pour sa situation. Il est rare que le canal se trouve à la région médiane du corps vitré ; le plus souvent, il est placé obliquement au tiers postérieur de l'hyaloïde; très souvent il est placé tout en bas : alors ce n'est pas un canal, mais un sillon de peu de profondeur. Il arrive aussi que son trajet est oblique à travers le corps vitré (V. 14-15-16-19-20). Ce canal ou sillon est destiné à laisser arriver l'artère centrale sur la capsule postérieure; l'artère ne perfore pas l'hyaloïde, elle y pénètre par un sillon ou par un repli étroit, pour se frayer un chemin jusqu'à la capsule postérieure (V. 20).

Quant à la figure et à l'étendue du canal hyaloïde, il est difficile de les déterminer. Sur des yeux bien injectés, où l'on peut suivre distinctement l'artère centrale injectée dans son trajet à travers ou sous le corps vitré, le canal ne paraît pas avoir partout le même calibre. On dirait le calibre d'une anse intestinale dont le diamètre varie selon que ses parois sont plus tendues en certains points, relâchées en d'autres. Il vient une époque où le canal hyaloïde n'est encore qu'une gouttière. L'artère centrale y passe en se portant à la capsule postérieure. Elle est située très bas au fond de l'œil, à cause de la fente déjà signalée de la rétine, de la choroïde et de la sclérotique; le fond de l'œil n'est qu'une fente, et il ne se forme vraiment que lorsque le nerf optique, s'approchant de plus en plus de l'œil, s'unit à la sclérotique. En même temps que se forme le plancher de l'œil, les bords de la gouttière hyaloïde se réunissent, et elle se transforme en canal. La longueur, le trajet et la situation de celui-ci varient d'après les divers degrés de développement et de voûssure de la partie postérieure du corps vitré. Tantôt il se porte obliquement, à travers le tiers inférieur du corps vitré, à la portion inférieure de la capsule cristallinienne; tantôt il s'insère plus haut au centre de

cette dernière; d'autres fois, enfin, il va du centre de la partie postérieure du corps vitré au milieu de la capsule postérieure (VI. 8-9-10). L'examen du canal hyaloïde, lorsqu'il est rempli d'une substance étrangère, donne des résultats identiques. J'ai trouvé plusieurs fois, notamment chez les veaux, le canal fœtal du corps vitré rempli de sang de couleur rouge quand l'œil était frais, jaune lorsque la pièce avait macéré deux jours dans l'alcool. Le canal présentait, dans ces cas, un renflement près de la capsule postérieure; il allait de là en s'amincissant et se terminait presque en pointe à l'extrémité postérieure du corps vitré. Celui-ci n'était pas bombé en arrière, mais il présentait une dépression à cette région. La figure d'un semblable canal fœtal du corps vitré, rempli de sang, est celle d'une hélice.

Il arrive beaucoup plus souvent qu'au lieu de sang, c'est une extravasation de la matière à injection qui se répand de l'artère dans le canal hyaloïde. J'ai mis ces accidents à profit pour me rendre compte de la forme du canal fœtal du corps vitré. La forme de cet extravasat est en hélice allongée. L'extravasation a lieu lorsque l'artère centrale, avec ses ramifications latérales et ses branches antérieures, remplie de la matière à injection, se rompt sous la pression continuée de l'injection, et que celle-ci se déverse dans le canal (VI. 7, *b*. *c*.).

Il n'est pas rare qu'il se forme dans le canal hyaloïde un extravasat abondant, lorsqu'on injecte à la cire les yeux de fœtus humains ou de mammifères avec un peu trop de force. La forme de l'extravasat qui sort de l'artère rompue, est allongée; elle dessine le canal hyaloïde. L'artère centrale se trouve le plus souvent dans la masse extravasée dans le canal; quelquefois, mais pas toujours, tous les vaisseaux de la capsule postérieure sont injectés. Plus le fœtus est jeune, plus le canal hyaloïde est situé profondément, et plus il a de largeur; je n'ai jamais vu qu'il occupât le centre du corps vitré chez le fœtus. Le canal hyaloïde disparaît peu à peu lorsque les fonctions de l'artère centrale, qui se rapportent

pour la majeure partie à la vie fœtale, tirent à leur fin, notamment lorsque la nutrition directe du système cristallinien par le sang n'est plus nécessaire, et que le corps vitré, devenu sphérique, n'a plus besoin du plasma que lui fournissaient les branches latérales de l'artère. Ce vaisseau disparaît, et le canal hyaloïde n'est plus nécessaire pour former l'enveloppe de l'artère et pour la conduire jusqu'à la capsule postérieure. Cette disparition du canal hyaloïde n'est pas un acte isolé du développement, ce n'est que le complément du développement du corps vitré ; elle est en rapport avec l'inflexion de celui-ci sur lui-même (V. 13-18), et cela de la manière suivante : Les parois de l'hyaloïde ne se réunissent pas du centre à la périphérie, mais du milieu de l'inflexion vers la périphérie, et la réunion des bords de la fente fœtale s'effectue de telle sorte que parfois la soudure a lieu d'abord près du bord de la capsule et qu'au fond de l'œil elle se fait plus tard. Cependant la réunion peut se faire d'abord au fond de l'œil, et ce n'est que plus tard qu'elle gagne le voisinage de la capsule. L'espace libre, reste de l'inflexion de l'hyaloïde, est alors le canal hyaloïde, et se sont ces parois qui finissent par se confondre (V. 17-18). Quelquefois il reste çà et là à la surface du corps vitré, en un point de la fente fœtale disparue, et dans sa direction primitive, des dépressions d'un aspect particulier. Je les ai observées au-dessous de la rétine, épaissie, durcie dans l'acide chromique, et qui se détachait par fragments pendant la dissection. En avant, près de la capsule, ces sillons sont assez larges et simples ; en arrière, ils sont ordinairement composés de plusieurs parties obliques les unes aux autres.

Il faut distinguer dans le corps vitré deux espèces de fentes qui s'y forment pendant la vie fœtale : 1° Les fentes qui sont des restes morphologiques de la formation primaire : le corps vitré conserve alors de sa première forme, au-delà du temps normal, une fente grande ou petite ; 2° les fentes remontant à l'époque de l'union intime de l'hyaloïde avec la rétine, lorsque ces organes, juxtaposés par leurs sur-

faces, se touchent par des arcades ou des dentelures. Cet état fœtal, qui doit céder, par les progrès du développement, devant l'extension de la rétine et de l'hyaloïde, persiste à un degré marqué en certains endroits, et alors ordinairement un repli de la rétine pénètre en forme de peigne dans la masse du corps vitré. Il n'est pas rare de trouver sur ces points l'hyaloïde plus mince, là où elle forme des replis, que dans ses autres parties (VII. 5-6).

Il ne faut pas passer sous silence les rapports du corps vitré avec la rétine pendant la vie fœtale. A ce sujet, nous devons nous rappeler ce qui suit : — La rétine, au début de son développement, forme, comme on peut très bien le voir sur une coupe, une masse de circonvolutions, qui adhèrent intimement au corps vitré (VII. 4, *b*.). La face interne de la rétine n'est pas unie à l'hyaloïde comme le seraient deux membranes lisses juxtaposées; mais les couches externes du corps vitré pénètrent entre les circonvolutions de la rétine et les replis de celle-ci s'enfoncent dans les dépressions de l'hyaloïde (VII. 6), tandis que les feuillets du corps vitré sont reçus dans les creux que présente la rétine. La périphérie du corps vitré s'étend de plus en plus à mesure que son état lamellaire se prononce davantage; elle augmente sans obstacle pendant que la face interne de la rétine s'aplanit. Ces deux membranes deviennent de plus en plus lisses à leurs surfaces de jonction ; d'abord couvertes de replis, elles s'éloignent l'une de l'autre, deviennent indépendantes, et leur développement contribue à l'agrandissement du bulbe, surtout dans sa partie postérieure. Il est plus que probable que ce contact étroit de deux membranes d'une structure si délicate, dont l'une, l'hyaloïde, n'a que peu de nerfs et de vaisseaux, tandis que la face interne de la rétine en est abondamment pourvue, exerce une influence vitale; les vaisseaux de la rétine doivent être à cette époque d'une grande importance pour la nutrition du corps vitré. Je n'ai pas réussi à découvrir un mode d'union plus intime entre la rétine et l'hyaloïde, mais cette question délicate d'anatomie

de texture mérite d'être étudiée ultérieurement; elle peut fournir des données très intéressantes à l'étude de la nutrition sans intervention directe des vaisseaux sanguins.

Le corps vitré à la période de lamellisation chez les embryons d'oiseaux, de mammifères et chez l'homme, reste assez longtemps à l'état de masse plus ou moins fluide et semi-transparente. Soumis, en même temps que le cristallin et la capsule, à l'action de l'alcool, il prend, au bout de quelques heures, une teinte d'un blanc-bleuâtre, tandis que le cristallin et la capsule deviennent blancs et opaques : il reste fluctuant et ne se contracte pas. J'ai retrouvé le corps vitré lamelleux dans cet état trois ou quatre ans après son immersion dans l'alcool. Je n'ai vu qu'exceptionnellement cet organe devenir plus consistant, lorsque l'évaporation annulait l'action de l'alcool. Le peu d'influence de l'alcool sur le corps vitré prouve qu'il ne renferme que peu de matière coagulable pendant la vie fœtale et que les parties aqueuses prédominent à cette époque. En laissant pendant longtemps le corps vitré du fœtus se dessécher par suite de l'évaporation de l'alcool, la masse entière devient plus consistante. En l'examinant à l'état frais, on reconnaît, même à l'œil nu, que le corps vitré est strié : cela se voit encore plus distinctement à la loupe. Il existe dans l'hyaloïde une grande quantité de bandes parallèles qui la traversent en couches régulières. Un examen microscopique plus approfondi donne les résultats suivants : le corps vitré du fœtus humain d'environ deux à trois mois, se présente sous forme de masse gélatineuse, renfermée dans une trame de cellules polyédriques dont les éléments se résolvent en éléments plus petits de même structure. (VI. 16.) Cette trame du corps vitré disparaît très vite par le desséchement, il ne reste sur le porte-objet que des gouttes isolées, grasses, gélatineuses, où l'on ne peut plus reconnaître de structure déterminée. En examinant au microscope le corps vitré frais du fœtus humain à quatre ou cinq mois, j'ai vu une trame de cellules polyédriques se recouvrant assez régulièrement;

elles renfermaient un fluide gélatineux, très-clair, le plus souvent incolore, quelquefois d'une couleur jaunâtre, ressemblant alors tout à fait, sous ce rapport, à la substance fœtale de la cornée. Ces cellules, quand elles sont un peu resserrées, se réunissent en véritables réseaux, tantôt lâches, tantôt plus compactes. Les parois isolées des cellules et les prolongements celluleux ont çà et là une forme tubulaire, avec des renflements de distance en distance. Ces renflements sont ordinairement les points de départ de nouveaux prolongements celluleux : ce sont les noyaux d'anciennes cellules qui persistent. Il est rare de retrouver des traces distinctes de la trame celluleuse dont nous venons de parler dans le corps vitré du fœtus de sept à neuf mois (VI. 16-17-18) ; on ne voit plus que des fibres étalées, d'une largeur variable, transparentes, et qui se confondent pour former de larges cloisons. (*Parietes.*) (VI. 18.)

Cet acte histologique forme une période très-importante du développement du corps vitré; de lui dépend l'accroissement périphérique. Celui-ci ne résulte pas du dépôt de nouvelle substance à l'extérieur, mais des progrès de la lamellisation du parenchyme interne. On remarque, en observant au microscope le corps vitré fœtal durci dans l'acide chromique, que les lamelles se développent à l'intérieur : les éléments se présentent sous forme de membranes qui se recouvrent : à leur surfaee on voit déposé un grand nombre de molécules serrées les unes contre les autres. Ces couches, d'abord juxtaposées, s'écartent ensuite légèrement, elles circonscrivent des espaces intermédiaires remplis d'un liquide clair. J'ai vu cela d'abord pour les portions périphériques du corps vitré, et surtout là où il forme des replis et dans le voisinage de la rétine. Cela se montre aussi très-clairement et d'une manière fort régulière près de la fosse hyaloïde, où l'on reconnaît dans la direction de la voûssure de la capsule postérieure des cloisons très régulières. (*Parietes.*) Le corps vitré est-il infléchi, allongé en un endroit de sa partie postérieure,

on trouve, en l'examinant de plus près, que les couches membraneuses internes suivent la disposition de la couche externe à des distances réglées, et que celles-ci restent les mêmes pour toute l'étendue des membranes. J'ai souvent pu séparer assez facilement en ces points, sur des corps vitrés qui avaient macéré longtemps dans l'alcool ou dans l'acide chromique, des lamelles isolées. (VI. 18.) Cette lamellisation du corps vitré modifie rapidement son volume, qui était petit relativement au cristallin, comme une espèce de godet; il devient plus grand et prend une forme arrondie, allongée. Le développement des lamelles, qui se déposent en couches régulières, dirigées en dedans et en bas, correspondant à la couche supérieure de l'hyaloïde, s'étend à tout le corps vitré d'avant en arrière. (V. 9-10.) Ceci explique très-naturellement le mode de formation des secteurs que l'on trouve en examinant la disposition des lamelles.

Voilà la longue série des métamorphoses par lesquelles doit passer le corps vitré avant que la membrane hyaloïde si mince (V. 9-11), devienne une sphère allongée, transparente, remplie d'un liquide limpide. Nous avons vu comment il est réuni au cristallin et à la capsule par le développement de la couronne ciliaire, comment il est d'abord en rapport intime avec la rétine et lui doit en partie son accroissement, comment, arrivé plus tard à une existence propre, il se sépare de la rétine et se soustrait à l'afflux sanguin par l'oblitération de l'artère centrale. Nous avons vu, en outre, que le canal de Petit se forme par le simple plissement de l'hyaloïde; enfin, que le développement spontané de lamelles à l'intérieur du corps vitré, forme des couches régulières, dans les interstices desquelles se sécrète et s'absorbe continuellement un liquide transparent. Ainsi se développe un élément indispensable à la conservation de la forme de l'œil.

IV

Développement de la rétine.

Planches 7 et 8.

Il faut chercher les premiers indices de la rétine dans l'espace limité par la face postérieure de l'hyaloïde et la face interne de la choroïde. On y voit, à cette époque du développement où la cavité oculaire communique encore avec la cavité cérébrale, (II. 1-2.) et qu'il n'existe pas de traces d'une membrane oculaire, un liquide qui disparaît rapidement par dessication, quand on expose à l'air des têtes d'embryons d'oiseaux fort jeunes; de sorte que la vésicule optique paraît vide. Ce liquide si volatil que renferme la vésicule du fœtus, est fourni par le fluide encéphalique de la poche cérébrale primitive, aux dépens duquel se développe la substance nerveuse. Par suite de la communication qui existe entre les deux vésicules, une partie du fluide encéphalique reste dans la cavité optique, où elle devient l'origine de la rétine. Celle-ci appartient donc à la masse encéphalique encore liquide: en se développant, elle se sépare pour quelque temps du cerveau; plus tard la communication se rétablit par le développement du nerf optique. (VII. 13.)

La morphologie de la rétine doit ensuite fixer notre attention. Elle conduit à l'histoire du développement de la portion ciliaire de la rétine, de l'ora serrata, de la fente et du raphé de la rétine, des plis de cette membrane à l'état fœtal, de son union aux fibres du nerf optique et de la formation de celles-ci.

La rétine apparaît relativement fort tôt et comme une membrane assez étendue pendant que l'œil se développe. Elle provient des cellules qui forment une couche de couleur blanche dans le liquide encéphalique qui remplit la partie postérieure de la cavité optique. Au commencement du développement de l'œil du fœtus, de la quatrième à la sixième semaine de la grossesse, la rétine se montre déjà sous la forme d'une membrane blanche et floconneuse. Elle entoure le cris-

tallin, qui est déjà fort avancé relativement à la membrane nerveuse : en arrière et de côté elle présente une fente assez large qui s'étend du fond de l'œil jusqu'au bord de la capsule ; elle correspond par sa position et sa direction à la fente de la choroïde et à celle de la sclérotique. La rétine est placée entre la choroïde et le corps vitré ; elle est sillonnée de plis très nombreux. Le corps vitré, qui n'est encore qu'une épaisse membrane hyaloïde, ne forme pas un globe ; son peu d'étendue fait que très souvent il échappe à la vue. La rétine, chez le fœtus à trois mois, est épaisse, couverte de plis, gonflée, de couleur blanche ; elle est en rapport en avant avec la capsule. L'eau la fait aisément se résoudre en lambeaux floconneux. A sa face interne apparaissent des vaisseaux isolés, larges, rouges, à contours bien marqués ; la macération dans l'alcool leur fait prendre promptement une teinte jaune. Quant aux rapports qui existent à cette époque entre la rétine et le nerf optique, et quant à l'organisation de la portion postérieure de la membrane nerveuse, malgré les difficultés qu'on rencontre en examinant un tissu aussi mou, je puis cependant affirmer qu'il existe au fond de l'œil une fente de la rétine, et que c'est là que s'opère plus tard la fusion de cette membrane avec les fibres du nerf optique. L'artère centrale pénètre à l'intérieur de l'œil par la fente commune à tous les tissus à l'état fœtal, et qui, par conséquent, intéresse aussi la rétine. La fente rétinienne est plus large au fond de l'œil qu'en haut. Ses bords sont repliés en dedans. La rétine devient successivement plus épaisse, elle se plisse davantage, et se désagrége cependant très promptement dans l'eau. A sa région antérieure ou ciliaire, qui est en rapport avec le bord capsulaire, la rétine se replie légèrement en dedans sur elle-même ; elle n'est pas encore fixée à la marge de la capsule. On voit parfois dans un petit espace entre la partie ciliaire de la rétine et la capsule, une étroite membrane blanche et mince.

A une période plus avancée de son développement, la rétine, devenue un peu plus mince, n'a pas perdu ses plis ; à la

région ciliaire existe toujours un léger repli de la membrane, comme un ourlet. Ce bord ourlé de la rétine repose immédiatement sur le corps vitré, qui s'arrondit et se développe là où il touche la capsule du cristallin; mais il est très facile de voir qu'il n'existe pas à cette époque de soudure entre la marge de la rétine et la couronne ciliaire. Cet état de choses persiste plus ou moins longtemps, jusqu'à ce que se forme l'ora serrata, c'est-à-dire jusqu'à l'époque où apparaissent au bord ciliaire assez épais de la rétine, des prolongements dentelés, disposés à peu près en forme de scie. Ils ont un sommet aigu et bien nettement accusé. (VII. 9.) Chez le fœtus humain de la moitié du troisième mois à celle du quatrième, la rétine ressemble à une portion d'encéphale, pourvue de circonvolutions, blanche, épaisse, tapissant tout l'espace qui existe entre la choroïde et le corps vitré, assez consistante; elle ne se divise en fragments que par une longue macération. Si l'on fait alors durcir la rétine du fœtus dans l'acide chromique, on trouve à l'endroit où existe d'abord une fente, un étroit raphé, qui se dessine en relief, à la face interne de la membrane, et qui s'étend de l'insertion du nerf optique jusqu'à la couronne ciliaire. Il n'existe quelquefois que sur quelques points de son trajet ordinaire. (Raphé fœtal de la rétine, VII. 10.) En ouvrant l'orbite de fœtus humains de trois à quatre mois, macérés quelque temps dans l'acide chromique, par une section horizontale du crâne, de manière à pouvoir enlever du bulbe la partie supérieure de la sclérotique et de la choroïde, je pus observer le développement de la rétine, devenue résistante, épaisse, et s'étendant sur la surface extérieure du corps vitré. J'extrayai l'hyaloïde et le cristallin de l'enveloppe que formait la rétine épaissie, et par ce moyen une portion de la membrane nerveuse resta à la surface de la choroïde. En avant, là où les procès ciliaires commençaient à se former, elle était bordée d'une espèce d'ourlet saillant, destiné à former l'ora serrata, et par lequel elle se terminait à la couronne ciliaire en voie de développement. (VII. 11.) Le bord de la couronne

ciliaire était parfaitement libre dans les points où la rétine s'était séparée du cristallin et du corps vitré; on pouvait voir que cette couronne est un organe distinct. Nous avons parlé de sa formation en traitant du développement du corps vitré. Du bord de la rétine, de sa portion ciliaire, se porte en bas vers l'insertion du nerf optique un raphé saillant, qui marque l'endroit où se trouvait la fente fœtale oblitérée de la rétine; il est reçu dans un sillon du corps vitré. Ceci rappelle le peigne de l'œil des oiseaux. Cette saillie du nerf optique peut aisément, lorsqu'elle persiste au delà de sa durée normale, donner lieu à des anomalies. Le raphé cache à la région inférieure de la rétine une ou plusieurs ouvertures, vestiges de la fente fœtale. S'il y en a une qui persiste, c'est le foramen de Sœmmering.

La rétine du fœtus humain au quatrième ou cinquième mois, présente les caractères suivants, après avoir séjourné quelque temps dans l'acide chromique : A la surface externe, lisse, de la rétine, celle qui est en rapport avec la choroïde, existent des dépressions, représentées pl. V, fig. 5 et 6; la membrane nerveuse a déjà une épaisseur notable. Ces dépressions sont l'envers des replis embryonnaires; elles résultent du plissement de dehors en dedans de la rétine, ce qui produit des saillies à la face interne de cette membrane et des enfoncements à sa face externe. Ces impressions en forme de croissant (impressions semi-lunaires) sont en rapport avec les replis aussi en forme de croissant de la surface interne de la rétine. (Elévations semi-lunaires.) Je ne puis encore expliquer leur mode de formation. Toutefois, il est incontestable qu'elles ont une signification importante en physiologie; elles rappellent des formes analogues qui existent à la surface du cerveau. La surface externe, choroïdienne de la rétine, est recouverte d'une membrane mince et délicate; cela se voit très bien sur une section de la rétine du fœtus à cette période. La rétine ainsi divisée a de la tendance à se replier et même à s'enrouler. Sa surface hyaloïdienne brille d'un éclat nacré; on y voit quelquefois çà et là de petits rameaux vasculaires, no-

tamment à sa région inférieure. Ces vaisseaux sont isolés. Je ne puis rien dire de leur origine ni de leur connexion avec d'autres branches vasculaires; ils ne présentent à leur extrémité ni courbures ni anses. Il existe sur cette face interne de la rétine des saillies semi-lunaires correspondant aux dépressions fœtales de la face externe de cette membrane; ces croissants s'unissent par leurs cornes de manière à former des chaînes souvent assez longues. (VII. 3-4.)

Le corps vitré est intimement uni, pendant le quatrième et le cinquième mois de la grossesse, à la face interne de la rétine; celle-ci est recouverte de plis, et les saillies qu'ils forment sont reçues dans des dépressions de l'hyaloïde. (Voir le chapitre qui traite du corps vitré.) Ces plis de la rétine persistent le plus longtemps au fond de l'œil; ils s'effacent progressivement à la région moyenne et à la partie ciliaire de la membrane nerveuse, qui devient lisse en ces endroits. Alors on ne voit plus que quelques replis rétiniens isolés vers le milieu du fond de l'œil, replis qui s'enfoncent dans le corps vitré et qui le font se recourber en dedans sur lui-même. (VII. 5-6.) Vers la fin de la vie intrà-utérine, à la fin du neuvième mois, il ne reste plus qu'un ou deux replis rétiniens. Il en existe ordinairement encore un à l'endroit où se trouvait auparavant la fente de la rétine, qui s'est transformée en raphé. Ce dernier prend plus tard l'aspect d'un repli; il est souvent percé d'une ouverture, le foramen central, qui deviendra l'origine de la tache jaune. Cependant il arrive aussi que des replis rétiniens persistent exceptionnellement chez l'homme après la vie intrà-utérine, et qu'ils se développent et s'étendent au point d'arrêter le développement du corps vitré et de déterminer son atrophie. C'est là une cause d'affections congénitales de l'œil, qui jusqu'à présent était restée inconnue et que l'ophthalmoscope pourrait nous déceler. J'ai vu, sur l'œil gauche d'un fœtus humain de quatre mois environ, après en avoir fait la section, que le corps vitré remplissait tout l'intérieur de l'œil; je ne pus reconnaître de replis longitudinaux

rétiniens, qui s'enfonçaient dans le corps vitré et le repliaient sur lui-même, qu'en deux endroits. L'un de ces replis était situé au fond de l'œil; l'autre se trouvait en avant, là où avait existé la fente de la rétine. Le corps vitré était fortement replié sur lui-même; il avait perdu tout à fait sa forme sphérique. De pareils replis de la rétine, qui persistent, rappellent le peigne des oiseaux. Mes recherches microscopiques sur l'histologie de la rétine du fœtus humain au deuxième mois de la grossesse, ne m'ont fait découvrir que des granules, des corps arrondis, à noyau.

Il me fut impossible d'apercevoir, à cette époque, des éléments se rapportant au développement ultérieur, comme, par exemple, les corps prismatiques. L'examen microscopique de la rétine d'un fœtus de trois mois, durcie par l'acide chronique, donne les résultats suivants : les éléments destinés à développer la rétine sont des cellules nerveuses (granules); elles sont réunies en grand nombre, formant une couche plus ou moins épaisse; une couche mince permet plus facilement de reconnaître la forme des éléments qui la composent. Outre les cellules, il existe aussi des bâtonnets, mais en très petit nombre; il me parut qu'ils se formaient par la juxtaposition de granules simples. Il existe entre ces couches granuleuses une masse solide qui paraît finement striée. La couche striée est située au-dessous de la couche des cellules nerveuses, ainsi que le démontrent des sections minces de la rétine, un peu déchiquetées sur leurs bords. La couche supérieure de la rétine, la surface hyaloïdienne, m'a montré sous le microscope des bâtonnets disposés sous forme de petites palissades, circulaires, serrées les unes contre les autres. J'ai trouvé plusieurs fois des éléments striés entre d'autres éléments du tissu rétinien, notamment entre des cellules nerveuses arrondies, chez des fœtus un peu plus avancés. Ces éléments striés m'ont paru être les premiers indices des réseaux fibreux de la rétine. Sur des yeux de fœtus de quatre à cinq mois, durcis dans l'acide chromique et partagés par une section transversale, on voit très distinc-

tement à la surface interne de la rétine, aux endroits dépourvus de replis, les fibres optiques s'étendre en rayonnant de leur point d'origine au nerf optique vers la périphérie. Les fibres optiques s'épanouissent à la surface interne de la rétine sous forme de filaments très déliés. Je n'ai pas pu constater leur présence là où la rétine offre des replis. (VIII. 2.) A cette période du développement, les replis de la rétine deviennent plus rares, et il est vraisemblable que les fibres optiques ne s'étendent pas sur les saillies fœtales de ces membranes nerveuses. Plus elle devient lisse, plus ces fibres optiques semblent se développer à sa surface dépourvue de replis. En examinant des fragments de la rétine du fœtus, durcis dans l'acide chromique, et sur lesquels j'ai pu observer, à l'œil nu et au microscope, l'épanouissement des fibres optiques, il m'a été impossible de découvrir, même en employant des instruments grossissants, quelque chose de plus précis quant à leur développement. (VIII. 2, *c*.). Les sections transversales ne réussissant pas, je n'ai pas été plus heureux dans mes recherches pour déterminer la position exacte de la couche que les fibres optiques forment en s'irradiant, s'ils s'épanouissent à la surface interne de la rétine, ou bien en-dessous des couches déjà formées par les autres éléments de cette membrane. On peut considérer les diverses couches de la rétine fœtale comme bien développées, lorsque la membrane nerveuse s'est unie au nerf optique et que les fibres optiques sont arrivées jusqu'à elle. Ce développement de la rétine a lieu assez tôt, entre le quatrième et le cinquième mois de la vie fœtale. On a négligé jusqu'à présent une phase de ce développement qui consiste en un dépôt de matière plastique sur les impressions semi-lunaires de la région postérieure de la membrane nerveuse, impressions qui tendent de plus en plus à s'effacer et dont ce dépôt remplit les cavités.

Cet acte du développement égalise la membrane limitante qui présentait auparavant des incurvations çà et là. (VII. 11, *a. a.*). Nous avons déjà dit plus haut que le bord antérieur

de la rétine (marge ciliaire fœtale) est replié sur lui-même à une époque peu avancée de la vie fœtale, et comme ourlé. La rétine présente en cette région un rebord saillant et solide, se terminant près de l'extrémité inférieure des procès ciliaires, qui paraissent comme étreints par une ceinture; c'est ainsi que la rétine du fœtus reçoit un solide appui. (Marge ciliaire fœtale de la rétine, (VII. 11, *a. a.*) Cet état de la rétine est passager et n'existe que pendant la vie intrà-utérine. Il est bientôt remplacé par un état nouveau. Le corps vitré augmente en volume, surtout à sa région antérieure; le cristallin est porté en haut, et la marge de la rétine, intimement unie jusque-là à la face interne des procès ciliaires, détermine, en cédant, une formation nouvelle : celle de l'ora serrata. Le bord antérieur de la rétine, la marge ciliaire fœtale, gagne des prolongements acuminés, en forme de dents de scie; ces prolongements, à mesure que le corps vitré se développe et s'unit à la capsule du cristallin, en s'allongeant par la formation de son col fœtal, s'engrènent avec les prolongements du bord de l'hyaloïde et s'appliquent contre la paroi capsulaire. La formation de l'ora serrata a ordinairement lieu à la fin du troisième ou au commencement du quatrième mois de la grossesse. (VII. 8-9-10.)

J'ai vu plusieurs fois sur le segment antérieur de l'œil du fœtus humain au commencement du quatrième mois, la portion ciliaire de la rétine se terminer immédiatement au-dessous des procès ciliaires, par des dentelures aiguës qui représentaient le rebord dentelé ciliaire du fœtus. Elle était aussi épaisse en cet endroit que dans le reste de son étendue, et, bien que dentelée à l'extrémité inférieure de la couronne ciliaire, elle n'était nullement amincie. Ordinairement on remarque une fine membrane qui unit à cette époque la rétine aux procès ciliaires : c'est une membrane hyaloïde.

Occupons-nous maintenant de l'union de la rétine avec le nerf optique et des métamorphoses qu'elle subit au lieu de jonction. Avant d'aller plus loin, nous devons rappeler com-

ment la gaîne du nerf optique s'unit à la partie postérieure de la sclérotique. Cet acte organique est en quelque sorte l'image de la réunion qui s'opère au même endroit sur un plan plus profond. (III. 14-15-16.) Le nerf optique n'existe pas au commencement de la vie fœtale : la vésicule optique se forme aux dépens de la cellule encéphalique ; elle en est un diverticule, et les deux vésicules sont en rapport intime de contact et de communication. (II. 1.) Ce n'est que plus tard que l'œil s'écarte de la vésicule encéphalique par suite du développement des os orbitaires, de la fourche de l'orbite (II. 3), et alors se forme le nerf optique. C'est d'abord une gouttière, qui plus tard se transforme en un canal. Celui-ci paraît creux. On peut, en effet, introduire çà et là dans la masse pulpeuse que présente la surface de section du nerf optique, un crin de cheval (VIII. 3.) ; cependant en certains points on rencontre des obstacles qui tiennent à ce que la masse du nerf optique, d'abord composée du liquide encéphalique, devient ensuite pulpeuse et s'oppose à l'introduction du crin. Le nerf n'est donc pas creux, mais il est rempli d'une substance qui cède à la pression. Le développement du tissu du nerf optique se fait progressivement du cerveau vers la rétine. Mes recherches ne m'ont rien appris de positif quant à la formation du chiasma ; on peut seulement donner comme positif que les nerfs optiques sont des prolongements des cavités des tubercules quadrijumeaux, et qu'ils ne naissent pas d'un point limité, mais qu'ils s'avancent sous forme de processus de la périphérie générale de la vésicule encéphalique. Chez le fœtus humain, le chiasma des nerfs optiques se développe complétement du troisième au quatrième mois, sous forme de prolongements de la partie inférieure et de la partie supérieure de la vésicule encéphalique. En l'ouvrant du côté du cerveau, on peut introduire facilement un assez fort crin de cheval dans l'ouverture interne des prolongements et dans le nerf optique. Il existe donc une espèce de canal cérébral qui se remplit plus tard de substance nerveuse pour former le nerf optique. La pulpe du

nerf consiste en cellules nerveuses, étroitement juxtaposées; elles se réunissent sous forme de membrane; il en résulte un sac allongé, présentant des circonvolutions comme la substance du cerveau; les cellules remplissent peu à peu le canal que forme la gaîne du nerf optique. Cette pulpe paraît floconneuse à l'œil nu, souvent rougeâtre, quelquefois blanchâtre, transparente comme le tissu primitif de la rétine, et, comme celle-ci, sa forme extérieure est celle d'une membrane repliée sur elle-même par de nombreuses circonvolutions. On voit très bien ces replis sur une section transversale; (VIII. 3-6, *a. a. b. b.*) au milieu est une large ouverture, la section du grand canal parcouru par l'artère centrale de la rétine. Latéralement se trouvent des sections de canaux plus petits, résultant des plis que forme la membrane nerveuse en s'infléchissant sur elle-même, et où se développent les fibres du nerf optique. En fendant le nerf dans le sens de sa longueur, il est aisé de voir que le canal de l'artère centrale, qui se trouve au milieu, est assez large, mais que son calibre varie en divers endroits et que sa paroi interne n'est pas unie. Ce canal est rectiligne jusqu'à son entrée dans le bulbe oculaire: arrivé là, il décrit un coude vers la cavité optique (artère centrale); on voit de chaque côté du grand canal de l'artère centrale des canaux longitudinaux plus petits. Ceux-ci sont très nombreux et fort rapprochés les uns des autres. En les examinant à la loupe sur une section longitudinale, on voit qu'ils ne sont pas toujours droits ni de dimension invariable; ils sont plus ou moins longs selon que la section longitudinale a intéressé tel canal ou tel autre. En somme, le trajet de ces petits canaux n'est pas rigoureusement rectiligne, mais plutôt légèrement courbe. (VIII. 3-6, *b. b.*) C'est dans ces canaux que sont contenues les fibres du nerf optique. Elles sont formées par des globules nerveux réunis en chapelet. Au microscope, on voit une quantité de ces globules amoncelés, qui s'unissent de la manière la plus évidente pour former des traînées longitudinales, les faisceaux nerveux. Les globules se réunissent d'abord lâchement,

ensuite plus intimement ; il en résulte des fibres, les fibres nerveuses. (VIII. 3.) Il est aisé de voir que de ces fibres délicates se constituent les faisceaux nerveux ; ceux-ci à leur tour s'unissent en quelques endroits.

La pulpe nerveuse, véritable matrice des fibres du nerf optique, se termine en cône au point de jonction du nerf et de la rétine seulement à une époque avancée du développement. Elle paraît d'abord aplatie, quelquefois concave même au point d'émergence, qui se trouve d'autant plus en arrière de l'endroit de jonction de la rétine et du nerf que le développement est moins avancé. Elle devient conique alors qu'elle renferme l'artère centrale, dont la base, à son entrée dans l'œil au sortir du nerf optique, est assez large. Quand on examine un segment de l'œil d'un fœtus humain à la fin du troisième ou au commencement du quatrième mois, il semble, au premier abord, que le nerf optique fait fortement saillie dans la cavité de l'œil au delà du niveau de la rétine. Cela change plus tard. (VII. 12.)

A la fin du troisième mois, la rétine chez le fœtus humain est unie aux fibres optiques et à l'extrémité intrà-oculaire du nerf optique. Celui-ci est de niveau avec la surface de la rétine, et lorsqu'on l'extrait, il présente une extrémité renflée. (VII. 14.)

Il ne faut pas oublier, pendant ces investigations, que l'artère centrale occupe le milieu de la pulpe nerveuse du nerf optique et qu'il n'est pas facile de séparer anatomiquement les relations morphologiques de ces deux organes, surtout à l'époque du développement ultime de la papille nerveuse, développement qui coïncide avec l'atrophie de l'artère centrale.

On voit alors que le névrilème enveloppe en forme d'ombilic l'extrémité du nerf optique proprement dit, qui forme un plancher à l'artère centrale, et que l'artère centrale ne se projette pas au delà de cet ombilic dans la cavité oculaire et dans le corps vitré comme une pointe raide, mais qu'elle est souple et pendante. A cette époque, l'artère centrale est atrophiée à

sa partie supérieure, et elle s'est détachée de son insertion à la paroi capsulaire postérieure. Le canal qui existait dans le corps vitré disparaît peu de temps après. L'ombilic du nerf optique, car c'est ainsi que je voudrais appeler l'extrémité du nerf optique à cette période du développement, est très remarquable. (VII. 14.) L'expansion du névrilème forme une bordure saillante autour de l'extrémité renflée du nerf optique, à l'intérieur de l'œil, près de son entrée dans la cavité du bulbe. (VII. 14.)

Cet état ne persiste que pendant un certain temps, lorsque la bordure qui encadre l'ouverture de la rétine, avec laquelle l'extrémité du nerf optique se soude bientôt, est encore très étroite, enserre l'extrémité du nerf, et que ce dernier ne se délimite pas encore nettement parce que la rétine le recouvre à l'endroit du futur punctum cœcum. J'ai vu sur l'œil d'un fœtus humain au quatrième mois, que j'avais fait macérer longtemps dans l'alcool et dans l'acide chromique, puis divisé longitudinalement, sortir de l'extrémité du nerf optique et se distribuer à la rétine, beaucoup de branches nerveuses; elles sortaient par touffes du nerf, se portaient immédiatement à la rétine, y pénétraient, et rayonnaient à partir de sa région moyenne vers la périphérie. Elles s'écartaient des replis de la rétine et ne s'étendaient que sur les parties lisses. Je n'ai vu ni anses ni anastomoses. (VIII. 2, *b*.)

Les fibres optiques disposées en cercle à leurs points d'émergence sur la rétine, présentent un très beau coup d'œil lorsque l'artère centrale existe encore. On voit alors très clairement les fibres optiques s'avancer isolées ou par paires, tout autour du point central du nerf optique d'où sort l'artère pour pénétrer dans l'œil, et environner ce vaisseau. (VIII. 6.)

Le dernier acte de l'union du nerf optique à la rétine, c'est la formation du punctum cœcum. La rétine ne se termine pas par un bord lisse sur l'éminence du nerf optique, mais bien par un cercle, qui paraît dentelé quand on l'examine à la loupe, et que j'appelle ora serrata optique de la rétine fœtale.

(VII. 1, *b*.) Cette limite postérieure de la rétine autour de la papille optique rappelle la disposition qu'affecte l'ora serrata ciliaire fœtale de cette même membrane. (VII. 9-10.) Ces dentelures disparaissent après quelque temps, et la rétine se termine alors en cette région par un bord lisse, arrondi et saillant. Le colliculus optique proémine à l'extrémité claviforme du nerf comme un petit bouton conique central. C'est le dernier vestige de l'artère centrale oblitérée. Cette oblitération ne se faisant que tard, quelques mois et plus après l'union des fibres optiques avec la rétine, le collicule optique, ou la papille du nerf optique, ne peut être observé que vers la fin de la vie fœtale, et quelquefois il échappe tout à fait.

Sur un embryon de mouton très peu avancé dont j'avais divisé le crâne, après une longue macération dans une solution cuivreuse, de manière à ouvrir les yeux à leur région postérieure, je vis très clairement qu'une portion de la rétine s'avançait en forme de tige dans la fente scléroticale, pour y rencontrer la pulpe nerveuse sortant de la gaîne du nerf optique. (VIII. 7.)

Il existe donc là un rapprochement réciproque entre la rétine et la masse des fibres optiques, et le mode d'union de ces deux organes n'est pas le même que chez l'homme. Je ne puis encore rien dire de plus à ce sujet; il faut des observations ultérieures pour en décider.

V

Développement de la choroïde, des procès ciliaires, de l'iris et du tenseur de la choroïde.

(Planches 8 et 9).

1. *Développement de la choroïde.* Il faut, pour se représenter exactement de quelle manière la choroïde, les procès ciliaires et l'iris, trois organes qui forment ensemble un seul système, naissent et arrivent à leur complet développement, examiner jour par jour les yeux d'embryons de poulets. On y remarque fort tôt, extérieurement, à l'en-

droit où l'œil doit se développer, un anneau bleuâtre, incomplet en bas, de forme un peu allongée, qui se transforme promptement en un cercle complet et parfaitement arrondi. Ce n'est point là l'iris, mais bien le bord antérieur de la choroïde, qui à cette époque est presque totalement dépourvue de pigment, sauf à son bord antérieur, où ce tissu commence à se développer en donnant à cette région une teinte bleuâtre. La choroïde alors constitue une membrane allongée, roulée sur elle-même, dont les bords ne se touchent pas encore complétement, et qui forme à sa région antérieure un anneau allongé et ouvert. Comme ces bords ne se touchent pas, il en résulte en bas et en arrière une fente, qui disparaît peu à peu à mesure que ces bords se rapprochent et se soudent entre eux. La solution de continuité qui existe entre les bords de la choroïde est la fente choroïdienne (I. 2-3-4). Leur réunion ne laisse souvent pas de traces; d'autres fois il se forme un raphé très-distinct à l'endroit de leur soudure. Le meilleur moyen de se rendre compte de l'enroulement sur elle-même de la choroïde, accompagné de la formation d'un anneau incomplet en avant et d'une fente allongée en bas et en arrière, c'est de rouler sur lui-même, de la même façon, un morceau de papier allongé. Il en résulte une enveloppe tubuliforme, qui entoure la portion rétinienne de la substance cérébrale primitive, portion qui est restée dans la vésicule optique après la séparation de celle-ci de la grande ampoule cérébrale. A cette époque, où la sclérotique n'existe pas encore, elle constitue la première enveloppe protectrice de la substance nerveuse de l'œil, c'est-à-dire de la rétine en voie de formation. A mesure que la choroïde se développe, l'œil, d'abord aplati, devient de plus en plus globuleux, mais en passant par bien des formes transitoires, que nous ferons connaître dans le cours de notre travail. La choroïde est transparente au commencement lorsque le pigment se développe, mais elle revêt promptement une teinte plus foncée.

Au commencement de la vie intra-utérine, lorsque, par suite

de l'inclinaison de la tête de l'embryon en avant, le bulbe est dirigé en dessous, comme s'il s'inclinait aussi, la fente que forme l'extrémité de la choroïde en se repliant en avant, est dirigée plutôt en bas; la partie supérieure de la choroïde, qui est la plus étendue, est plus apparente que la partie inférieure plus mince et qui a une direction en bas et en dedans de même que la fente. Ceci se modifie lorsque la tête de l'embryon se redresse, et alors l'œil prend sa position normale; il devient aussi plus saillant et sphérique d'ovale qu'il était. Ces transformations dépendent en grande partie du rapprochement des bords de la choroïde et de la diminution consécutive de la fente fœtale par suite des progrès du développement (II. 11-14). A cette époque apparaît à l'ouverture antérieure de la choroïde et près de son bord, un cercle bleuâtre, incomplet inférieurement, qui ressemble beaucoup à un iris et qu'on a longtemps pris pour cette dernière membrane (I. 2-3-4). La fente choroïdienne s'oblitère en cette région peu de temps après et tout d'abord près du bord choroïdien pourvu maintenant de procès ciliaires bien développés. L'oblitération commence au bord externe et continue à se faire d'avant en arrière, de sorte que les marges de la fente choroïdienne se rapprochent, se touchent enfin et se soudent. La réunion gagne la région inférieure, puis la postérieure. La fente fœtale persiste plus longtemps dans ce dernier endroit; cependant elle finit par s'oblitérer complétement (II. 23-24).

Vers le milieu du troisième mois, peut-être un peu plus tard, la surface interne de la choroïde se modifie et cette membrane se délimite nettement près de la région où se développent en même temps les procès ciliaires, c'est-à-dire qu'elle s'étend jusque contre le bord interne de la cornée maintenant bien définie et qu'elle forme là un bord. Nous le nommerons marge ciliaire de la choroïde fœtale. La formation de ce bord ne devient bien apparente que lorsque la fente primitive de la choroïde est oblitérée; avant cela, il n'est pas très abrupte, ni bien marqué, ni coupé nettement (VIII. 9-10).

Il ne forme pas un cercle parfait comme l'iris; il est légèrement échancré, mais sans présenter pourtant de dentelures. Cette marge a un rebord qui ne repose pas sur la face interne du bord de la cornée, mais qui regarde en dedans en s'écartant un peu de cette membrane. Cette marge choroïdienne un peu saillante, et qui tend à s'isoler en dedans, semble être le point de départ, la base des procès ciliaires, dont les replis se formeraient aux dépens de ses sinuosités ondulées. Il m'a été impossible de déterminer si la netteté plus grande de la marge de la choroïde provient de ce que cette membrane se replie sur elle-même en dedans ou en dehors, en formant un ourlet. Je crois qu'il n'en est pas ainsi, puisqu'alors cette marge ne présenterait pas d'échancrures, mais qu'elle se terminerait par un bord net, entier et d'une certaine épaisseur. Le cercle foncé qui enveloppe le bord de la choroïde résulte d'une augmentation dans la sécrétion pigmentaire. On voit à la face interne de la choroïde fœtale, à quelque distance de la marge, des lignes formées par des points. A la loupe, on reconnaît que ces points sont de petits replis longitudinaux (III. 5). Ceux-ci s'allongent, se portent en avant, se joignent à l'extrémité de la bordure foncée, et forment l'extrémité externe des futurs procès ciliaires. Le bord de la choroïde ne s'écarte plus de la face interne de la cornée après le développement des procès ciliaires, comme auparavant, mais il s'applique contre cette membrane. Dans certains cas, ou à certaines époques, il se termine par des pointes séparées.

La forme normale de l'anneau que décrit la marge fœtale de la choroïde, siége des procès ciliaires futurs, est celle d'un ovale arrondi. Quand bien même elle est au commencement ovale et à contours sinueux, elle s'arrondit dès que la fente choroïdienne est oblitérée (VIII. 10). Si l'anneau n'est pas complétement fermé, si la fente reste plus ou moins ouverte, il en résulte des formes autres, telles que la forme anguleuse ou ovale (VIII. 10).

Quant à l'état de la choroïde du fond de l'œil, j'ai observé

à sa face interne chez un fœtus au troisième mois, près de l'entrée du nerf optique, le reste de la fente choroïdienne de forme allongée (II. 20). Elle était oblitérée à sa partie supérieure près des procès ciliaires. La fente de la sclérotique, au-dessous de la fente choroïdienne, est déjà réunie à cette époque. Plus tard, la fente choroïdienne se forme à son tour, en formant un raphé, qui finit aussi par disparaître. Il est assez peu marqué pour ne se révéler qu'à un œil très exercé; souvent il échappe à l'observation (II. 19). En ce qui concerne l'origne du pigment de la choroïde chez le fœtus humain et son développement ultérieur dans cette même membrane, soit qu'il en remplisse les interstices ou qu'il se présente comme membrane lui-même, j'ai recueilli les observations suivantes :

A une période très peu avancée, on observe déjà des traces de pigment dans l'œil du fœtus humain, lorsqu'on peut distinguer à peine les premiers éléments de cet organe à la loupe. Si l'on examine au microscope cet œil à peine ébauché, on constate très facilement le développement du pigment sous la forme de globules pigmentaires dépourvus de contenu. Ils appartiennent sans contredit à la couche primitive de la choroïde, à l'exclusion de tout autre organe de l'œil du fœtus. Lorsque la choroïde apparaît comme une membrane propre bien déterminée, au second ou au troisième mois, le pigment de cette membrane chez le fœtus affecte déjà des formes variées. Il se présente sous l'aspect de petits points foncés, de noyaux, de stries noires plus épaisses, ressemblant à des cheveux, et qui portent à leur extrémité des cellules pigmentaires. Entre ces diverses productions se trouve un pigment jaune-brunâtre, granuleux, tantôt disséminé, tantôt réuni en amas (III. 5). J'ai rencontré le plus souvent ces formes pigmentaires à la face interne de la choroïde fœtale en voie de se développer, quelquefois aussi dans son parenchyme, à sa superficie ou dans son épaisseur. Voilà un stade du développement du pigment choroïdien tout au début; l'organisation de la choroïde qui devient plus compliquée par la suite, doit

très probablement ses progrès ultérieurs à cette simple origine. Si l'on enlève au moyen d'un filet d'eau et d'un pinceau les formations pigmentaires que nous venons de décrire, de la face interne d'une choroïde fœtale très jeune, et qu'on examine celle-ci au microscope, on remarque que des stries sont indiquées dans son parenchyme : ce sont des couches régulières de fibres lisses. On y rencontre aussi des corpuscules de pigment et des cellules pigmentaires plusieurs fois divisées. La membrane est épaisse et compacte. On y voit très distinctement des tubes épais, séparés, ramifiés, de couleur jaunâtre ou rougeâtre, parallèles entre eux ; ils émettent des branches latérales qui forment ordinairement un angle droit avec le tronc principal, mais qui à cette époque ne s'anastomosent pas encore. Ces tubes (ce sont des vaisseaux) sont renfermés dans l'épaisseur du parenchyme ; aussi ne peut-on pas distinguer partout leurs contours. En examinant ces vaisseaux à une période plus avancée du développement, on les trouve plus droits, d'un calibre plus considérable, superposés çà et là, et non plus simplement placés les uns à côté des autres ; les branches collatérales se sont anastomosées complétement entre elles. Ces branches qui se détachaient du bord du tronc principal à angle droit, paraissent en sortir maintenant à angle aigu. Il en résulte un réseau capillaire très élégant, et les portions du parenchyme choroïdien circonscrites par ses mailles forment des figures polygonales assez régulières. Les cellules pigmentaires qui deviennent alors visibles, ont pour la plupart une forme polygonale : elles sont remplies tout à fait ou en partie de granules de pigment ; un grand nombre n'ont pas de contenu. Elles recouvrent quelquefois des rameaux vasculaires ; le plus souvent, cependant, elles se trouvent à la surface des îlots de parenchyme, dépourvus de vaisseaux, qui occupent les mailles du réseau capillaire. J'ai observé çà et là des filets nerveux en voie de développement, sous forme de lignes à double contour bien marqué. Malgré les peines que je me suis données pour me faire une idée plus précise

du mode ultérieur de développement du système vasculaire de la choroïde du fœtus, je n'ai pu réussir à atteindre mon but. Par exemple, je ne suis pas parvenu à quelque chose de précis quant à la formation des artères de la choroïde et à leurs rapports avec les veines. Cependant, j'ai vu clairement que des ramifications vasculaires de la choroïde fœtale, que j'ai décrites plus haut, partent des capillaires minces, simples ou ramifiés, qui se rendent à la couche pigmentaire, de même que j'ai observé à une époque peu avancée de petites branches artérielles passant de la sclérotique à la face interne de la choroïde en voie de développement. L'examen microscopique de la face externe de la choroïde du fœtus, celle qui correspond à la sclérotique, permet d'y reconnaître des cellules épithéliales, des corpuscules isolés de pigment et des cellules pigmentaires et des fibrilles, quelquefois réunies sous forme de membrane ou constituant un tissu d'un certain brillant.

Il se forme d'assez bonne heure sur la face rétinienne de la choroïde, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, une couche continue d'un blanc bleuâtre, ressemblant à du mucus, et qui ne peut être reconnue à son origine qu'au moyen d'une forte loupe ou à l'aide du microscope. Elle s'étend depuis le fond de l'œil jusque près de la marge ciliaire de la choroïde, et pendant que celle-ci continue à se développer, l'autre ne reste pas stationnaire; elle joue un certain rôle dans le développement des procès ciliaires. L'examen microscopique de cette membrane à diverses époques de son développement, m'a fait connaître ce qui suit pour le troisième et le quatrième mois de la vie fœtale.— Cette membrane est composée en partie de cellules blanches, hexagonales, sans aucune trace de pigment. A côté de celles-là s'en trouvent d'autres, hexagonales aussi et teintes en noir, de sorte que les cellules à contour clair et à contour foncé sont entremêlées. J'ai quelquefois observé que le contour de certaines cellules pigmentaires n'était que partiellement teint en noir, au lieu de l'être tout à fait. D'autres fois une partie du contour de la cellule était teinte en lilas; le reste

était blanc (IX. 13-14-15). Très peu de temps après, les bords de presque toutes les cellules paraissaient légèrement teints en noir. Leurs contours devenaient plus épais, plus distincts; le milieu de la cellule restait d'abord transparent, puis se remplissait peu à peu de pigment. De cette manière les cellules d'abord isolées s'unissent et forment une membrane. On constate aisément que cette membrane est d'abord constituée par des cellules incolores, dépourvues de pigment, à parois blanches; que les contours des cellules se teignent d'abord en lilas, puis en noir, ou au moins en une autre nuance obscure, et qu'enfin il se dépose, le long de leurs parois d'abord, du pigment qui finit en augmentant par remplir aussi le milieu des cellules. Les cellules remplies de pigment se réunissent plus étroitement entre elles et se soudent intimement et d'une manière régulière par les bords. Je n'ai pas vu de substance ni d'espace intercellulaires. Lorsque les contours des cellules pigmentaires sont devenus noirs et que les cellules se sont réunies en membrane, tandis que leur centre est encore dépourvu de pigment, elles présentent un aspect fenêtré, comme si les endroits privés de pigment étaient des ouvertures. Un examen attentif dissipe promptement l'erreur.

Vers la fin du quatrième mois, la membrane qui nous occupe est moins riche en pigment, partant plus claire, au fond de l'œil; mais plus elle se rapproche des procès ciliaires, plus elle devient foncée. Son organisation en tissu devient de plus en plus complète; par la macération dans l'eau, elle se sépare facilement en fragments de dimensions variables.

A six mois environ, je trouvai que la couche pigmentaire de la choroïde du fœtus avait fait de nouveaux progrès quant à son organisation et à la quantité de substance colorante; cependant j'y remarquai encore beaucoup de cellules hexagonales incolores, dont la périphérie un peu saillante était de couleur plutôt violette que noire. La couleur noire n'existait que pour quelques cellules dont l'une présentait un contour noir complet, tandis que pour d'autres il était seulement

coupé de quelques points noirs de pigment. Le dépôt de matière colorante commence donc à se faire le long des parois un peu élevées des cellules et non pas à leur centre; il débute par des points isolés qui se réunissent ensuite sous forme de lignes noires (IX. 15). La formation de dépôts plus abondants de pigment en certains endroits, coïncide toujours avec l'existence de ramifications vasculaires plus développées, plutôt libres qu'anastomosées entre elles, se terminant en faisceaux, et qui sont situées au-dessous de la couche pigmentaire en voie de formation. On ne voit pas de vaisseaux là où le pigment n'existe pas encore et où les cellules sont incolores, bien qu'elles soient déjà formées. Il est donc très probable que le développement des vaisseaux choroïdiens n'est pas sans influence sur l'apposition du pigment à l'intérieur des cellules. La substance colorante est composée de granules pigmentaires arrondis, ce qu'on constate en examinant au microscope du pigment enlevé à la choroïde au moyen d'un pinceau. A la fin du cinquième ou du sixième mois, ou au commencement du septième, on voit à la face interne de la couche de pigment de la choroïde chez le fœtus, des ramifications blanches entrelacées, qui reposent immédiatement sur le pigment. Elles constituent la trame d'un tissu membraneux qui commence à se développer alors, et qui forme plus tard la membrane hyaline. Les premiers indices de l'hyaloïde de la membrane choroïdienne apparaissent d'abord près du raphé, reste de l'ancienne fente de la choroïde. Ils s'étendent de leur point d'origine légèrement saillant, en bas vers le fond de l'œil, en haut vers les procès ciliaires, latéralement vers la périphérie de la choroïde.

2. — *Développement des procès ciliaires.* — Vers le milieu ou à la fin du troisième mois de la vie intra-utérine, toute trace de la fente fœtale a disparu au bord antérieur libre de la choroïde (marge fœtale ciliaire) de l'œil du fœtus; toutefois il n'est pas rare que des vestiges de cette fente persistent en divers points au delà du bord de la choroïde, après cette époque (III. 10). La marge de la choroïde fœtale est légèrement dentelée;

elle se dispose à former des replis, comme nous l'avons vu plus haut. Cette formation a promptement lieu; le plissement s'opère à la face interne de la choroïde en s'étendant du bord ciliaire interne au bord externe (VIII. 9). Cela donne un aspect très animé au bord ciliaire fœtal de la choroïde.

Pendant que les replis destinés à former les procès ciliaires commencent à s'élever séparément à leur base, on remarque que sur chacun d'eux s'avance, entre la choroïde et la sclérotique, un tronc vasculaire, proportionnellement de fort calibre, qui se rend en dessous ou dans le repli, de manière que chacun d'eux a son vaisseau propre. Ce tronc est bientôt suivi d'un second, parallèle au premier; ils parcourent ensemble un certain espace dans l'épaisseur du repli, c'est ainsi que se forme un vaisseau double (vaisseau gémellaire fœtal des procès ciliaires). De chaque tronc partent des branches collatérales qui s'anastomosent et qui ne tardent pas à former le réseau vasculaire si beau des procès ciliaires. Ceux-ci, à mesure qu'ils se développent, se recouvrent de plus en plus d'une fine membrane transparente, d'un blanc bleuâtre, de consistance mucilagineuse, composée de filaments entrelacés. Pendant quelque temps, elle est dépourvue de pigment et transparente au point de permettre l'examen de la formation vasculaire; plus tard, il s'y dépose, surtout près de la marge ciliaire fœtale, des cellules hexagonales de pigment, qui masquent le développement ultérieur des vaisseaux. Il n'y a donc pas de doute que les procès ciliaires résultent du plissement du bord antérieur de la choroïde. Là se trouvent l'entrée et l'espace pour un système vasculaire propre, dont les branches sont d'abord droites et présentent les premiers indices des rameaux latéraux qui doivent former les anses vasculaires des procès ciliaires (X. 7-8), et qui se complète finalement par les nombreuses arcades des vaisseaux jumeaux.

Je ne puis pas décider à présent si la membrane mince, d'un blanc bleuâtre, qu'on voit sur les replis de la marge

ciliaire fœtale, est un prolongement de la couche de cellules pigmentaires de la face interne de la choroïde, encore dépourvue, à cette époque, de matière colorante, ou bien si c'est la choroïde elle-même qui s'arrête dans son développement à sa marge ciliaire après la formation des replis, continue à se développer à l'endroit d'où partent les procès ciliaires, et se comporte comme membrane d'enveloppe des vaisseaux de ces procès ou comme membrane propre de ces derniers. Des recherches ultérieures sur l'œil du fœtus aux premiers mois de la grossesse, sont nécessaires pour élucider cette question. Si l'on examine au microscope l'extrémité d'un procès ciliaire sur l'œil d'un fœtus au cinquième ou au sixième mois, et qu'on l'observe dans sa position naturelle, c'est-à-dire le sommet dirigé vers la cornée, on remarque que les vaisseaux accouplés dont nous avons parlé, et qui se recouvrent, se courbent en avançant, se rapprochent, mais sans que les troncs mêmes se touchent : ils se terminent en pointe (X. 7). Un peu plus tard, il existe entre les vaisseaux une grande quantité de corpuscules de pigment d'un brun clair, placés sur une membrane transparente et mince. Ils sont tantôt éparpillés, tantôt serrés les uns contre les autres ; ailleurs, ils forment de petits tas : ils donnent à la membrane qui se trouve entre les deux vaisseaux ciliaires encore incomplétement développés, un aspect très intéressant. Le pigment ne s'étend pas jusqu'à l'extrémité de la membrane des procès ciliaires en voie de formation, il s'arrête avant d'atteindre le tiers extrême de ces organes. Cette extrémité est blanche. Au bout de quelque temps, les deux vaisseaux s'anastomosent par l'allongement de leurs extrémités ; ils forment de cette manière une arcade qui se complète par des branches latérales naissant des troncs principaux. Ces collatérales se portent d'abord des deux côtés vers la périphérie, puis en bas et en arrière pour s'anastomoser (X. 8).

C'est une chose digne de remarque que le changement qui survient dans la direction des procès ciliaires pendant leur

développement. Il faut rappeler à ce sujet que ce changement dépend en partie de la modification que subit leur propre forme par suite du développement, en partie des modifications de forme et de l'accroissement des organes voisins : l'iris, la couronne ciliaire, l'ora serrata, la rétine, et même le corps vitré, car les procès ciliaires, pendant le cours de leur développement, viennent plus ou moins étroitement en contact avec tous ces organes. Les procès ciliaires, à la fin du huitième mois comme dans le courant du neuvième, et chez le nouveau-né, ont avec l'uvée des rapports spéciaux, dont il sera parlé à la fin de cette partie de mon travail. Les procès ciliaires dans l'œil fœtal ont de bonne heure une certaine plasticité, ce qu'on remarque déjà au début de leur développement. Il en est ainsi principalement pour leur sommet. L'accroissement de ces organes est assez rapide ; la sécrétion du pigment devient de plus en plus abondante. Elle ne s'étend pas d'abord aux extrémités des procès ciliaires ; sous ce rapport, il y a beaucoup d'analogie avec la manière dont le pigment se dépose sur la couche interne de la choroïde. Cependant les sommets des procès ciliaires finissent par se recouvrir de pigment. Si l'on sépare à cette époque, sur l'œil d'un fœtus humain, les procès ciliaires du cristallin et de la couronne ciliaire, une partie du pigment, de couleur très foncée, reste adhérente à la couronne ciliaire, et la superficie des procès ciliaires est ainsi privée de son pigment.

Les procès ciliaires sont encadrés à leur base par le bord de la portion ciliaire de la rétine. Lorsqu'on examine l'œil du fœtus au troisième ou au quatrième mois, cette disposition est très-remarquable (VII. 11. *a*) ; elle survient à une époque où l'iris n'existe pas encore ou ne forme qu'un anneau mince, et lorsque le tenseur de la choroïde est sur le point de se développer. (VII. 11.) On observe en même temps que les extrémités des procès ciliaires, dirigées vers l'iris, sont bridées par une espèce de bande, de sorte que les procès ciliaires apparaissent comme enchaînés à leurs deux extrémités. Le

lien interne est formé par une bande étroite, blanche, floconneuse (*vinculum process. cil. internum, s. pupillare, et externum, s. retinale.* (VII. 11.) Je ne puis pas à présent assigner de signification précise à ce double lien qui bride les procès ciliaires chez le fœtus; mais ce n'est qu'un état transitoire de leur développement : il disparaît en partie spontanément, en partie par suite du développement latéral du corps vitré. Les procès ciliaires se dégagent plus tard de l'étreinte de la marge rétinienne et de celle du lien qui les resserre en avant; ils se dégagent de ces entraves à mesure qu'ils s'allongent et se redressent.

En morphologie pathologique, dans des cas de dyscorie, cet état transitoire de l'œil devient définitif, comme je l'ai déjà fait connaître il y a plusieurs années.

3. — *Développement de l'iris et du tenseur de la choroïde.* — Le développement de l'iris immédiatement le long de la marge de la choroïde du fœtus, dont la fente primitive s'est oblitérée et où les procès ciliaires commencent à se développer (IX. 6), se reconnaît très-facilement dans l'œil humain, puisqu'il a lieu à une époque où l'œil a déjà atteint un certain degré de développement, accessible aux recherches anatomiques. L'embryologie de l'iris, chez l'homme, peut être démontrée sans le secours d'études génésiques comparées; cependant il ne faut pas négliger tout à fait celles-ci par rapport à quelques particularités.

L'on voit ordinairement sur l'œil du fœtus humain, au quatrième mois de la grossesse, lorsqu'on divise la sclérotique à quelques lignes derrière la cornée, et qu'on examine à la loupe la face postérieure du segment oculaire antérieur, après avoir enlevé le corps vitré, le cristallin et la rétine, près des procès ciliaires, un anneau grisâtre, mince et complétement clos. C'est la face postérieure de l'iris, encore dépourvue de sa couche pigmentaire et d'uvée, état qui ne dure pas longtemps. Cet anneau n'est pas immédiatement en contact par son bord ciliaire avec le bord de la choroïde. Entre

les deux se trouve une fente étroite occupée par une série de filaments fort ténus, qui unissent le bord ciliaire de l'iris à la choroïde (*tela interstitialis iridis fœtalis*). En examinant cette région au moyen d'une forte loupe, on voit que l'espace intermédiaire paraît formé d'un tissu réticulé. (IX. 5.) L'iris, fort mince, a une teinte bleue à sa face antérieure, due au pigment uvéen qui transparaît à travers le parenchyme de l'iris. Lorsque ce pigment n'existe pas encore, le tissu iridien est transparent, grisâtre, sans coloration déterminée, aussi bien à sa face antérieure qu'à la postérieure. En même temps que l'iris, ou immédiatement après qu'il commence à se développer, s'organise le tenseur de la choroïde. D'abord mince, il s'étend en avant et en arrière à mesure que l'iris se développe, et il offre un point d'appui à l'iris, en dehors contre le bord scléro-cornéen, maintenant très-saillant. C'est le tissu conjonctif qui caractérise histologiquement cet organe. Je l'ai retrouvé plusieurs fois aux diverses époques du développement du tenseur, et il m'a paru que ce tissu fondamental formait en partie des fibres élastiques, et en partie de minces capillaires. Quant à la réunion de l'iris avec le tenseur de la choroïde, et quant au développement de celui-ci, voici ce qu'il y a à noter :

Au troisième ou au quatrième mois, il s'élève chez le fœtus humain, à la face interne de la membrane d'enveloppe, là où la cornée se sépare de la sclérotique, une saillie qui appartient plus à la sclérotique qu'à la cornée; nous l'appellerons crête scléro-cornéenne fœtale (IX. 6.) Sur elle se développe le tenseur de la choroïde. Sépare-t-on l'iris, la choroïde et son tenseur de cette saillie scléro-cornéenne, il reste des lambeaux de tissu, des flocons qui adhèrent à cette saillie. (IX. 7.) L'iris et la choroïde, séparés de la cornée et de la sclérotique, et vus par devant, montrent sur le trajet du tenseur blanchâtre et mince, une rainure, semblable à un degré d'escalier, qui s'adapterait parfaitement au bord de la sclérotique, si l'on essayait de rapprocher avec précaution les

parties que la dissection a isolées. Cette rainure et le tissu qui adhère au bord sclérotical, sont les premiers éléments du tenseur de la choroïde. (IX. 7-8-9.) Le tenseur de la choroïde apparaît assez tôt ; sa forme primitive est celle d'un mince anneau blanchâtre, placé immédiatement au-devant du bord ciliaire de la choroïde et qui enveloppe celui-ci. Il est mince à son point d'origine, il devient plus épais vers sa partie supérieure. Le tenseur, lorsqu'il s'est développé antérieurement, est placé de telle sorte qu'il s'insère à l'endroit où s'arrête la marge ciliaire de la choroïde avec les procès ciliaires naissants, se replie à angle droit par-dessus les pointes peu développées de ces derniers, et là, son bord nettement coupé reçoit le bord ciliaire de l'iris. Le tenseur devient ainsi un moyen solide d'union entre la choroïde et l'iris par sa face interne, tandis que sa face externe s'insère au bord saillant de la sclérotique. Maintenu par cette union, le tenseur se soude plus intimement à la choroïde, et l'intervalle qui existait d'abord entre l'iris et l'extrémité ciliaire de la choroïde diminue de plus en plus. La couche de pigment qui s'étend de la choroïde ou au moins des procès ciliaires jusque sur la face postérieure de l'uvée, contribue aussi à ce rapprochement. En outre, les extrémités des procès ciliaires sont attirées vers l'uvée lorsque la couche pigmentaire s'étend sur celle-ci.

Revenons au développement de l'iris : La pupille, pas tout à fait ronde du côté étroit de l'iris fœtal naissant, un peu oblongue, d'abord très large, devient plus petite à mesure que se développe le parenchyme iridien. La réunion du bord ciliaire de l'iris et du bord de la choroïde devient plus intime, en partie par l'augmentation en densité du tenseur de la choroïde qui continue à se développer, en partie par l'épaississement de la couche pigmentaire de l'uvée : de lâche qu'elle était d'abord, elle devient très-étroite. Elle se fortifie encore par le développement de la membrane pupillaire, qui part de la surface du tenseur de la choroïde parfaitement formé déjà,

recouvre la face antérieure de l'iris et se transforme dans la zone de Zinn. L'iris est donc uni par son bord ciliaire aussi bien à la marge de la choroïde qu'au tenseur de cette membrane. Si l'on examine quelque temps après le bord ciliaire de l'iris, on voit qu'il est lisse, qu'il s'emboîte dans la rainure du tenseur de la choroïde, et qu'il s'unit parfois par sa face antérieure, près du bord, aux filaments dentelés de la marge ciliaire de la membrane de Descemet (marge ciliaire dentelée de la membrane de Descemet) (IX. 10.) Dans ce dernier cas, on a donné au tissu de conjonction le nom de ligament pectiné de l'iris. Le développement de ce ligament a généralement lieu après la naissance ou, par exception, pendant le dernier mois de la grossesse. L'iris chez le fœtus humain n'est pas aussi large en dedans et en bas que dans le reste de son étendue, au commencement de son développement. (IX. 1-8.) Lorsque l'anneau iridien s'accroît en devenant aussi plus régulier, ce qui fait diminuer le diamètre pupillaire, on voit peu à peu se former à la face antérieure de l'iris des cercles qui rappellent ceux qu'on observe sur des troncs d'arbres sciés. Plus l'iris se développe, plus le nombre des cercles devient considérable, ce qui donne à la face antérieure de ce diaphragme un aspect annelé, jusqu'à ce que plus tard, par la formation des faisceaux du muscle radié, la structure annulaire disparaisse pour la partie ciliaire de l'iris et se borne à la région pupillaire de cette membrane. Au cinquième mois et vers le commencement du sixième, l'anneau que forme le parenchyme de l'iris, très mince, l'est encore plus à sa région interne et inférieure. Cet état embryonnaire de l'iris persiste quelquefois, ou bien dure jusqu'au dixième mois. (IX. 3.) A cette époque commence le développement des fibres musculaires de l'iris : les fibres circulaires se développent d'abord, elles prédominent ; l'espace qu'elles occupent est bien plus étendu que celui où doivent se développer les fibres rayonnées. Il n'est pas possible de déterminer exactement la position relative des fibres à l'en-

droit où elles se touchent à angle droit. Toutes les fibres présentent des cellules à noyau. Çà et là se trouvent entre les fibres, dans la couche superficielle de l'iris, des globules pigmentaires; leur forme est très variable : tantôt allongée, d'autres fois sphérique, en masse irrégulière, ils sont disposés, selon la direction des fibres musculaires, circulairement ou en rayons. La marge de la membrane pupillaire est déjà bien développée à cette époque : les fibres circulaires y sont très nombreuses, réunies en forme de couches; ce qui donne à ce bord un aspect mieux défini, comme s'il était voûté et saillant. (IX. 11-12.)

C'est de cette manière que l'iris s'élargit par la suite; il est constamment recouvert par la membrane pupillaire mince (IX. 4) : celle-ci naît du tenseur de la choroïde, passe au-devant de l'iris et arrive à la pupille qu'elle oblitère pendant quelque temps. Le stroma de l'iris est très mince, presque transparent. Il devient d'un bleu pâle lorsqu'on enlève le pigment qui tapisse sa face uvéenne; en le replaçant, on rend à la membrane iridienne sa teinte bleuâtre. (IX. 8-9.) L'examen microscopique du parenchyme de l'iris, avant l'époque du développement de la couche pigmentaire de l'uvée, n'y fait pas reconnaître de matière pigmentaire; ce n'est que plus tard, probablement en même temps que se développe le pigment uvéen, qu'apparaissent dans ce stroma des corpuscules pigmentaires petits, irréguliers, tantôt anguleux, tantôt anguleux arrondis : ils sont bien plus nombreux près du bord ciliaire que dans le voisinage de la marge de la pupille. J'ai quelquefois observé dans le cours de mes recherches des molécules disséminées de pigment jaunâtre. Le parenchyme de l'iris se compose, dès l'origine, de cellules serrées les unes contre les autres, et de fibres irrégulières qui appartiennent au tissu conjonctif. Les fibres musculaires de l'iris présentent les caractères du tissu conjonctif.

Les vaisseaux de l'iris sont fournis, comme on sait, par les vaisseaux ciliaires : ils ne naissent pas isolément dans le

parenchyme iridien; ce sont des arcades vasculaires qui se ramifient sur la substance de l'iris, s'y appuient et s'entrelacent avec ses éléments. Quant au mode et à l'époque de cette union entre les vaisseaux et le parenchyme, il me faut pour en décider des recherches plus exactes, que je ne manquerai pas de faire aussitôt que l'occasion s'en présentera.

Lorsqu'on a réussi à injecter l'iris d'un fœtus d'environ six à sept mois, on observe à l'endroit où le bord ciliaire de l'iris s'emboîte dans le tenseur de la choroïde, un système de circonvolutions vasculaires dont les mailles s'étendent vers la marge pupillaire jusqu'au tiers de l'iris, qui s'unissent aux vaisseaux ciliaires de la choroïde, en passant par-dessus le tenseur, au moyen de branches isolées qui finissent cependant par se réunir en réseau, et qui en avant se recourbent et se portent vers la marge de la pupille. Une période très importante pour le développement ultérieur de l'iris est comprise entre le sixième et le neuvième mois de la vie intrà-utérine; c'est celle pendant laquelle le développement des fibres circulaires de l'iris, d'abord prépondérant, est dépassé par celui des fibres rayonnées. L'iris alors se développe à partir de son milieu; il s'agrandit par l'allongement des fibres rayonnées, tandis que les fibres circulaires n'augmentent plus en étendue. Lorsque les fibres rayonnées et circulaires ont atteint leur proportion normale (les premières occupent les deux tiers, les autres un tiers de la surface de l'iris), la membrane de Zinn se développe à la face antérieure du diaphragme. En même temps s'achève le développement de l'uvée. L'uvée résulte de l'extension de la membrane pigmentaire des procès ciliaires, qui se porte de ceux-ci à la face postérieure de l'iris dès qu'il a commencé à se développer. L'accroissement de l'uvée est très régulier; il se fait d'arrière en avant, en suivant la forme de l'iris. L'uvée est une membrane propre qui a son développement spécial, bien qu'elle fasse partie de l'iris (IX. 1). Il serait à désirer que de nouvelles recherches fissent connaître clairement l'embryologie de l'uvée, notamment le trans-

port de substance qui s'opère des procès ciliaires jusque sur la face postérieure de l'iris et jusqu'au bord de la pupille. Tout ce que je puis dire maintenant, c'est que l'uvée fœtale est une membrane propre, qui ne s'unit et ne se confond avec l'iris qu'à une certaine époque du développement de celui-ci, mais qui possède pendant un certain espace de temps une existence indépendante. Une fois j'ai observé à l'uvée, sur l'œil d'un animal, un coloboma tout à fait indépendant de l'iris qui était normal.

La membrane de Zinn doit son origine à la membrane pupillaire antérieure. Celle-ci s'applique de plus en plus exactement sur la face antérieure de l'iris, au commencement ou vers le milieu du dernier mois de la grossesse ; elle se soude à l'iris en plusieurs endroits, tandis qu'elle y adhère moins fortement en d'autres. Il résulte de là des plis dans la membrane pupillaire, qui devient de plus en plus mince par suite de l'oblitération des vaisseaux ; ces plis préparent le développement du merveilleux réseau transparent, dont l'apparition est ordinairement le dernier acte de l'iridogénèse chez le fœtus. Enfin une couche d'épithéléon vient recouvrir les endroits lisses de la membrane de Zinn.

En examinant au microscope l'iris d'un enfant mort peu avant terme, ou d'un enfant nouveau-né, voici ce qu'on remarque : la marge de la pupille présente çà et là des franges minces et courtes; elles partent du bord pupillaire qui se démarque très nettement, et auquel elles sont intimement unies. Leur bout est assez épais, elles sont fluctuantes dans l'eau. L'examen au microscope démontre que ce tissu est formé en grande partie d'une substance amorphe renfermant des débris de vaisseaux oblitérés et revenus sur eux-mêmes, dans lesquels on ne trouve plus de globules sanguins. Là où ces franges manquent, le bord pupillaire est nettement découpé, un peu ondulé cependant à son extrême limite. L'anneau musculaire de la pupille possède des fibres circulaires très distinctes, disposées en une série presque continue,

séparées les unes des autres seulement par de petits intervalles. Entre ces fibres et à leur surface se trouvent des corpuscules de pigment, allongés ou en forme de massue. Au delà de l'anneau musculaire de la pupille, plus près de la partie ciliaire de l'iris, apparaissent les fibres musculaires rayonnantes, parfaitement développées et disposées assez régulièrement. Elles partent du tenseur de la choroïde, de son bord interne, s'avancent jusqu'au bord interne de l'anneau musculaire de la pupille, sur lequel elles tombent perpendiculairement et où elles se terminent. Le point de jonction est plan, sans aucune saillie. Sur et entre les fibres longitudinales se trouvent des granules de pigment de forme et de grosseur variables, tantôt groupés, tantôt éparpillés, plus foncés ou plus clairs, et dans ce dernier cas ils sont de couleur jaune; leur aspect rappelle celui du premier pigment qui se développe sur la choroïde du fœtus. La face uvéenne présente un bord pupillaire nettement découpé, lorsqu'on a enlevé la couche de pigment qui la tapisse. J'ai observé en un point de son pourtour un appendice frangé qui adhérait au bord pupillaire. Sur la couche de fibres ciliaires de l'anneau pupillaire dépouillé de son pigment, reposent des granules pigmentaires de grosseur et de forme variables, mais allongés pour la plupart. Ces granules pigmentaires sont plus nombreux et plus foncés sur les fibres rayonnantes, qui sont recouvertes çà et là, ainsi que le tenseur de la choroïde, par les procès ciliaires, encore libres à leur ligne de jonction, et qui s'avancent, en gardant entre elles des intervalles réguliers, jusqu'au cercle pupillaire qu'elles coupent à angle droit. Les procès ciliaires sont courts à cette époque, petits, s'écartant les uns des autres; leur développement se fait très irrégulièrement. Il est très difficile, lorsqu'on soumet les procès ciliaires dans tous leurs replis à l'action d'un pinceau et d'un filet d'eau, d'enlever complétement le pigment. Il reste des molécules pigmentaires entre les replis de la membrane. L'extrémité des procès ciliaires est généralement transparente. Cela provient de ce que

les cellules de pigment des extrémités transparentes n'ont pas encore leur contenu coloré.

De la face postérieure de chaque procès ciliaire, de sa face convexe par conséquent (IX. 6), part un filament allongé qui se rend à l'uvée et se soude avec elle. On voit très bien ces filaments, que l'uvée ait conservé sa couche pigmentaire ou que celle-ci ait été enlevée. En se réunissant, ils forment à la surface de l'uvée un appareil rayonné dont les rayons se terminent séparément au bord de la pupille. Cette structure a probablement pour but de rattacher plus solidement la couche pigmentaire de l'uvée à la face postérieure de l'iris, de manière qu'elle puisse suivre les mouvements de ce diaphragme, se resserrer, s'élargir, sans courir le risque de se rompre ou de se détacher pendant ces mouvements. Au delà des procès ciliaires, l'iris est intimement uni au tenseur de la choroïde; ce n'est qu'exceptionnellement que cette union s'effectue en quelques points par des fibres intermédiaires, comme c'est le cas pendant la vie fœtale, pour un temps plus ou moins long. Si l'on enlève avec un pinceau tout le pigment de l'uvée d'un nouveau-né, et qu'on plonge l'uvée unie au tenseur de la choroïde dans l'eau, celui-ci paraît formé par une couche de tissu fort mince ; l'iris est devenu transparent aussi, et cela à un tel point, qu'on peut reconnaître au travers de son parenchyme les sommets des procès ciliaires et la structure radiée de l'uvée. Il est souvent alors facile de constater que le bord ciliaire de l'iris n'est pas exactement appliqué contre le ligament ciliaire; ce qu'on ne remarque pas lorsque la couche pigmentaire qui part de la région ciliaire de la choroïde et passe entre les procès ciliaires, s'étale à la face postérieure de l'iris pour constituer l'uvée, parce qu'elle masque l'hiatus dont nous venons de parler.

Nous avons encore à ajouter à l'histoire du développement de la choroïde, des procès ciliaires et de l'iris, les remarques suivantes : On ne peut pas considérer séparément ces parties d'un système organique unique; elles forment

aussi un tout homogène quant à leur embryogénie. L'iris naît de la choroïde, à peu près comme la fleur naît de la plante; l'état normal ou anormal de la choroïde détermine toujours une structure normale ou anormale de l'iris. Il faut considérer les procès ciliaires comme organes intermédiaires, associés aux rapports physiologiques et pathologiques si intimes qui existent entre les deux membranes. Nos recherches nous ont clairement prouvé que les anomalies de la choroïde entraînent des anomalies des procès ciliaires, que ce soient des arrêts de développement ou des déviations pathologiques de la forme primitive, et que celles-ci exercent à leur tour une influence manifeste sur le développement de l'iris. Nous ne parlerons pas à ce sujet du coloboma de l'iris dans ses rapports avec le bord ciliaire de la choroïde, puisque c'est là une question controversée; mais nous citerons comme un exemple frappant la dyscorie, la déformation de la pupille, et ses variétés, qui coïncide toujours avec des anomalies et des troubles de la sécrétion pigmentaire des procès ciliaires, et dont l'origine se retrouve clairement dans les altérations de ces organes. (*Voyez* mes Recherches nouvelles sur les anomalies congénitales de l'iris, de la choroïde et des procès ciliaires, *Illustr. med. Zeitung*, tome I. 6, avec deux planches. Munich, 1852, in-8°.)

Les diverses formes de dyscorie doivent leur origine à des perturbations survenues dans le développement de la choroïde et des procès ciliaires, qui troublent ou empêchent la formation d'un iris normal; car dans toutes les formes de dyscorie, allongée, pointue, ovale, le développement circulaire des couches du parenchyme iridien est plus ou moins modifié. Il faut en chercher le plus souvent le motif, non dans l'organisation du parenchyme lui-même, mais dans une anomalie antérieure survenue dans la forme ou dans la direction des procès ciliaires.

VI

Développement du système vasculaire de l'œil chez le fœtus.

(Planches 10 et 11).

Le développement du système vasculaire de l'œil chez le fœtus humain peut être étudié assez exactement aux diverses périodes de son évolution et dans les diverses parties qui le composent. Toutefois, lorsqu'on se borne à l'examen de l'œil humain, on rencontre quelques lacunes, surtout dans les premiers temps de la formation des vaisseaux. Nous devrons, par conséquent, dans ce chapitre, appeler l'attention de nos lecteurs sur quelques considérations d'embryogénie comparée, se rapportant au système vasculaire de l'œil d'embryons d'oiseaux et de mammifères.

Les premières traces de vaisseaux oculaires apparaissent dans l'œuf soumis à l'incubation, au commencement du quatrième jour du développement normal. L'œil a déjà un certain degré de saillie; il est de couleur grise, partagé par une fente à sa région inférieure; il n'est pas encore complétement arrondi dans son ensemble, mais présente une apparence plutôt polygonale, comme s'il attendait un développement ultérieur de dedans en dehors. On ne découvre nul indice d'un repli de la membrane d'enveloppe de l'œil sur elle-même. Sa couleur est plutôt grise que bleue. L'œil de chaque côté est dirigé en bas et en dedans. Un vaisseau est en train de se développer autour de la cornée, notamment vers la région inférieure de cette membrane. Tandis que les vaisseaux de la périphérie de l'embryon paraissent complétement développés à cette époque, ceux de la marge de la cornée, à sa partie inférieure, sont en voie de s'organiser; en les examinant avec une forte loupe, on voit qu'ils consistent en petits rameaux vasculaires, fortement dessinés, qui tendent à se réunir entre eux. Ces rameaux examinés isolément ont une forme épaisse, qui rappelle celle de branches de bois mort; ils sont dépourvus d'inflexions et d'ondulations, et ressemblent aux vaisseaux qui se déve-

loppent sur des plaies qui bourgeonnent. Les vaisseaux de la périphérie de la cornée donnent assez promptement naissance à un cercle artériel plus étendu, qui entoure l'orbite à la région palpébrale.

L'examen microscopique des premiers linéaments des vaisseaux dans le voisinage de l'œil ou de cet organe, même chez l'embryon de poulet, du commencement du troisième jour jusqu'à la fin du quatrième de l'incubation, fait connaître ce qui suit : les vaisseaux sanguins résultent de la fusion de cellules arrondies; celles-ci forment d'abord une portion de membrane qui se replie en forme de gouttière et qui finit par constituer un cylindre. Ce dernier est un fragment de vaisseau. Les cellules qui sont restées à l'intérieur du tube ainsi formé, se métamorphosent en globules de sang. Le tronc vasculaire qui se développe de cette manière, a une apparence épaisse, peu dégagée; il acquiert en peu de temps, par la formation à ses parois de légers diverticules, des branches qui se développent à leur tour; elles s'unissent, soit à des cellules restées isolées, qu'elles absorbent pour continuer à s'étendre en réseau capillaire, ce qui détermine l'allongement des vaisseaux déjà formés, soit à la paroi d'un vaisseau voisin en s'anastomosant directement avec celui-ci, ou, ce qui est plus fréquent, avec ses ramifications, et c'est ainsi que se forment les vaisseaux capillaires proprement dits.

Mes observations sur le développement des vaisseaux oculaires à l'œil du fœtus humain et autour de cet organe, m'ont appris exactement ce que je viens de dire touchant la formation des vaisseaux chez l'embryon de poulet. J'ai découvert aussi des îlots de globules sanguins sur les membranes de l'œil, mais à une époque plus avancée (au second et au troisième mois). Néanmoins, la forme qu'affectent ordinairement au début les vaisseaux primitifs de la tête du fœtus humain, est celle de canaux courts et massifs se reliant à d'autres vaisseaux sanguins de même nature, par des branches qui se forment aux dépens du tronc primitif; c'est ainsi que les vais-

seaux, d'abord isolés, s'élargissent, se ramifient et s'allongent. Je crois que ces phénomènes d'augmentation et d'ampliation du système circulatoire dépendent de la formation, dans l'œuf de poule soumis à l'incubation, de l'arc aortique.

J'ai observé très-souvent au début des vaisseaux sanguins droits, d'une certaine longueur, qui ne contenaient pas de globules sanguins dans tous les points de leur trajet; à mesure qu'avançait leur développement, ils se remplissaient complétement de ces globules, émettaient des branches latérales, et donnaient ainsi naissance à des capillaires.

Quant au développement de vaisseaux de l'œil par des îlots sanguins, je ne puis passer sous silence que j'ai observé chez le fœtus humain, au quatrième, au cinquième et même au sixième mois, sur la conjonctive bulbaire, à sa région interne ou nasale, des taches rouges qui ne m'ont pas paru accidentelles, à cause de la régularité avec laquelle elles se reproduisaient ordinairement à la même place. Il y a des années que je les ai signalées et que j'en ai donné la figure. (*De genesi et usu maculæ luteæ in retina oculi humani obviæ.* Vinariæ, 1830, in-4°, c. tab. æn., fig. 3). J'ai acquis plus tard la conviction que ces taches rouges sont des îlots sanguins, c'est-à-dire des corpuscules sanguins libres, réunis sous les téguments, autour et aux dépens desquels se forment des vaisseaux. Je dois ajouter à ce qui précède que j'ai trouvé assez souvent, dans la chambre antérieure de l'œil, chez des embryons de mammifères, de chats, de lièvres, sur la paroi postérieure de la cornée, des dépôts isolés de sang, que je suis tenté de rapporter à la génèse des vaisseaux.

Il faut mentionner, en outre, que la formation de vaisseaux dans le parenchyme d'un organe paraît exercer une influence morphologique sur le développement ultérieur de celui-ci ; il est évident, par exemple, que la division ternaire du dépôt primitif des fibres cristalliniennes du disque postérieur de la lentille, est en rapport avec la division de l'artère centrale de la rétine en trois branches à la paroi postérieure de la cap-

sule. (IV. 7-8 et leur explication.) Les glandes de Meïbomius suivent, pour leur disposition, les ramifications des vaisseaux tarsiens primitifs, qui naissent du cercle artériel fœtal des paupières, sous forme d'un très beau réseau régulier, délicat, en forme de râteau ou de grille. (Voyez *Développement des paupières*, et XI. 4.)

Quoique les injections du système vasculaire de l'œil constituent la plus sûre méthode de représenter exactement et de bien observer la distribution des vaisseaux de l'œil chez le fœtus, je dois dire cependant, en m'autorisant de mon expérience, qu'avec de bons yeux et à l'aide d'une bonne loupe, on peut poursuivre les vaisseaux de l'œil dans presque toutes les parties de cet organe chez l'homme et chez les mammifères, dans leurs ramifications les plus ténues et jusqu'à leurs terminaisons, sans qu'ils aient été injectés. Il faut seulement prendre la précaution de placer les parties transparentes de l'œil, aussitôt qu'on les tient, dans un verre de montre contenant de l'eau distillée, additionnée de quelques gouttes d'alcool, et l'examen doit se faire immédiatement, et à la lumière solaire incidente, si c'est possible.

Il existe pour l'œil fœtal humain deux ordres de courants sanguins que l'on peut étudier dans leurs vaisseaux spéciaux : le courant central, qui a lieu par l'artère centrale, et le courant périphérique, qui passe par les vaisseaux de la sclérotique, de la conjonctive, etc.

Nous nous occuperons d'abord des vaisseaux centraux de l'œil du fœtus, puis nous parlerons des vaisseaux périphériques. Je ferai observer d'abord que mes études ne sont pas assez complètes pour que je puisse décrire le cours de tous les vaisseaux de l'œil du fœtus. La solution de cette question réclame de nouvelles recherches que je compte publier ultérieurement dans une monographie avec des figures.

Je préviens, en outre que, pour éviter les redites, je ne parlerai pas, dans ce chapitre, du développement des vaisseaux dont il a déjà été question ailleurs, par exemple des vaisseaux

des procès ciliaires. (Voyez Chapitre V et les figures qui s'y rapportent.)

Je n'ai pas réussi à voir sur l'œil du fœtus si l'artère centrale pénètre à travers la fente scléroticale dans la cavité optique avant l'insertion de la gaîne du nerf optique, ou bien si elle y arrive en même temps que celle-ci est renfermée dans sa gouttière fœtale. Sur des yeux d'oiseaux, j'ai vu l'artère centrale sous forme d'un vaisseau mince, dépourvu de branches latérales, pénétrer dans l'intérieur de l'œil à travers la fente de la sclérotique et de la choroïde. (III. 7.) J'ai observé la même chose, par un heureux hasard, sur un embryon d'agneau. J'avais partagé la tête et les yeux par une section horizontale, et je vis que, quelque temps avant l'union de la gaîne du nerf optique à la fente scléroticale, l'artère centrale, parcourant la gouttière de la gaîne du nerf, avait déjà pénétré l'œil rudimentaire primitif. (III. 16.)

Cet œil rudimentaire n'est pas une cavité vide, c'est une poche remplie de liquide cérébral, close en avant par la membrane générale d'enveloppe de l'embryon, ouverte d'abord du côté du cerveau, mais qui se ferme par la suite. A l'intérieur de cette poche se développe une merveilleuse création; elle devient la matrice de l'appareil optique, le plus délicat et le plus noble de nos organes. Nous y voyons naître, à des intervalles interstitiels, des formes dont le développement parfait nous fait oublier complétement la petitesse de l'endroit d'où elles tirent leur origine. L'artère centrale exerce certainement à ce sujet une influence incontestable; voici ce que nos recherches nous ont appris quant à sa distribution dans l'œil du fœtus.

L'artère centrale pénètre à l'intérieur de l'œil par la fente de la sclérotique, de la choroïde et de la rétine; elle se ramifie en avant dans la gouttière ou le canal du corps vitré (V. 14-15), puis elle se dirige vers la paroi postérieure de la capsule. La direction de l'artère à l'intérieur de la gouttière ou du canal de l'hyaloïde est ordinairement sinueuse, rarement

droite. L'artère est libre à l'intérieur du canal. J'ai vu deux fois, sur des yeux de fœtus humains de six à sept mois, l'artère centrale décrire une anse au milieu du canal hyaloïde avant de se diviser en trois branches. (Anse fœtale de l'artère centrale, X. 11-12). Il est facile de l'extraire du canal (VI. 7). Les sinuosités ou l'anse de l'artère centrale s'expliquent par cette circonstance qu'elle doit parcourir une étendue d'abord restreinte et ensuite plus considérable. La longueur de son trajet, chez des embryons plus avancés, par exemple à sept mois, est à peu près double de ce qu'elle est pendant les trois premiers mois de la vie intrà-utérine. Par suite du développement en longueur du corps vitré, développement qui modifie son volume au point de le rendre le double de celui du cristallin, l'artère centrale s'étend de plus en plus; sa direction devient plus droite à cause de l'augmentation de la voussure de la sclérotique, à l'endroit où s'est oblitérée sa fente fœtale. L'artère centrale donne ensuite, aussitôt qu'elle est entrée dans l'œil, de petites branches à la sclérotique et à la choroïde, des branches latérales plus fortes à la rétine (membrane vasculaire fœtale de la rétine). Plus en avant, contre l'hyaloïde, elle donne naissance à de nombreuses collatérales, j'en ai souvent compté de quatre à sept, qui se distribuent à la surface plissée du corps vitré, en rapport avec la rétine. Ces branches vasculaires ont souvent échappé à l'attention des observateurs, et elles ont été confondues avec la membrane vasculaire de la rétine, mais elles appartiennent réellement à l'hyaloïde. Elles constituent un véritable disque artériel de cette membrane. Cependant sur beaucoup d'yeux de fœtus, je n'ai pas trouvé de belles ramifications hyaloïdiennes. D'autres collatérales, situées sur un plan plus antérieur, se distribuent aux parois internes du canal hyaloïde. La direction de ce dernier n'est pas rectiligne, elle est plutôt sinueuse et même contournée; il n'est pas rare de voir des branches latérales de l'artère se ramifier plus loin. J'ai vu quelquefois, comme je l'ai fait observer plus haut, que des branches de l'artère centrale

se distribuaient, en formant un disque, à la surface rétinienne de l'hyaloïde. Je n'ai pas vu les ramifications vasculaires en disque et celles de l'intérieur du canal hyaloïde exister simultanément.

J'ai remarqué plusieurs fois sur le corps vitré du fœtus de veau, vers le milieu du temps de la portée, un fort réseau vasculaire dans la fosse hyaloïde. Les vaisseaux allaient en se ramifiant, ils naissaient tous de l'artère centrale, qui n'était pas située au centre du corps vitré et de la fosse hyaloïde, mais de côté (disque artériel de la fosse hyaloïde, XI. 1).

J'ai vu quelquefois sur des yeux de fœtus d'agneaux, soigneusement injectés, et qui avaient macéré plusieurs mois dans l'alcool, parmi les ramifications vasculaires des parois du canal hyaloïde, des branches isolées qui pénétraient dans la substance même du corps vitré. Le canal hyaloïde était assez grand ; j'ai vu très-distinctement à la loupe qu'en deux endroits de petites branches latérales de l'artère centrale, dans le canal hyaloïde, pénétraient par des ouvertures qui existaient sur des lamelles du corps vitré (*foramina parietalia*) et se distribuaient ensuite à des parties plus profondes de l'hyaloïde. J'ai souvent cherché, depuis, à examiner les parties des lamelles pariétales du corps vitré, mais je ne les ai plus retrouvées. Le dessin qui représente ce que j'ai deux fois constaté, est plus satisfaisant que toute description (X. 13). La direction que suit l'artère centrale pour arriver au cristallin n'est pas la même chez tous les embryons; elle présente de nombreuses variations, d'après la forme et la direction du sillon ou canal hyaloïde, qui est tantôt plus long, tantôt plus court, situé plus haut ou plus bas (V. 13-18).

L'artère centrale parcourt quelquefois une certaine étendue des planches de l'œil du fœtus; près de la capsule postérieure, elle se recourbe brusquement à angle droit le long de la paroi de la capsule (X. 10). D'autres fois, aussitôt qu'elle a pénétré dans l'œil, elle se porte obliquement en avant et en haut pour

atteindre obliquement un point moins élevé de la paroi capsulaire (IV. 8).

La division de l'artère centrale en plusieurs branches, avant d'atteindre la paroi capsulaire postérieure, présente de nombreuses variations. Elle se partage en quatre, en cinq ou en trois branches. La division ternaire est la plus commune. L'artère ne se divise pas immédiatement contre la paroi capsulaire, mais à une ligne ou une demi-ligne derrière celle-ci (IV. 8). Par suite de la division de l'artère en trois ou quatre branches, il se forme à la surface postérieure de la capsule trois ou quatre groupes de ramifications qui ressemblent à des pyramides dont le sommet est au centre de la capsule et la base à sa marge (IV. 8), (ramifications pyramidales de l'artère centrale.) L'artère centrale ne se rend pas toujours au centre de la paroi capsulaire, elle se porte souvent à la moitié inférieure de celle-ci ; c'est ce qu'on voit très clairement dans les cas où l'on réussit à enlever le cristallin hors de sa capsule sans léser la paroi capsulaire postérieure. Les ramifications vasculaires, symétriques, et partout également développées, se portent de là, après s'être étendues sur la paroi postérieure de la capsule, à la capsule antérieure en contournant la marge capsulaire; elles traversent cette membrane pour se perdre à sa face interne dans un tissu épithélial (IV. 9). On observe quelquefois, mais pas toujours, des anastomoses entre les fines ramifications vasculaires de la capsule postérieure et celles de la fosse hyaloïde, à l'endroit où les vaisseaux passent de la capsule postérieure sur l'antérieure. J'ai trouvé souvent aussi de fines anastomoses entre les capillaires de la capsule antérieure et la face interne de la membrane pupillaire postérieure, la soi-disant membrane capsulo-pupillaire, dont l'origine et les modifications seront discutées plus loin ; mon attention avait été attirée sur ce point, il y a de longues années, par feu le docteur Sperber, de Dresde. (*Journal ophthalmologique de Von Ammon*, t. II, p. 434.) Je n'ai pas reconnu distinctement de veine centrale de l'œil chez le fœtus, malgré

les peines que je me suis données à ce sujet. Mon journal d'ophthalmologie contient dans ses cinq volumes plusieurs notices sur la situation et l'histoire de ce vaisseau.

La membrane vasculaire de la rétine recouvre la surface interne de celle-ci : elle est placée entre elle et le corps vitré et est formée par des branches latérales de l'artère centrale. Cette couche membraneuse se compose d'artères et de veines faciles à distinguer entre elles et qui reposent sur une membrane mince et transparente. Il est très probable que la membrane dont nous venons de parler en dernier lieu se confond plus tard avec la rétine, lorsque celle-ci se développe plus complétement. Les artères de la membrane vasculaire sont plus rapprochées de la surface interne de la rétine; les veines, au contraire, sont plutôt en rapport avec la surface externe de l'hyaloïde. Les veines sont en nombre double environ des artères; elles sont plus grosses : leur trajet est onduleux, celui des artères est plutôt rectiligne. Les artères ressemblent davantage à des tubes réguliers; elles ne sont pas aussi larges ni aussi aplaties que les veines. Ce système vasculaire de la rétine rappelle celui de la choroïde. Les artères de la rétine sont très minces, leur calibre diminue encore lorsque la rétine est complétement développée; elles ont une direction plus rectiligne dans l'œil de l'adulte, elles forment plutôt des angles arrondis que des sinuosités. Les ramifications des artères sont très nombreuses et les anastomoses avec les veines extraordinairement fréquentes. L'union entre le système artériel et le système veineux est très intime pour la membrane vasculaire de la rétine. Cela s'observe parfaitement sur des préparations injectées, mais on peut le voir aussi sur des yeux frais de fœtus. Quant aux particularités anatomiques du trajet des vaisseaux de la membrane de la rétine en particulier, il faut noter ce qui suit : les vaisseaux naissent pour la plupart de l'artère centrale, qui pénètre de bonne heure dans l'intérieur de l'œil, à travers la fente fœtale. On voit distinctement, sur des embryons d'oiseaux et de mammifères, l'artère centrale

pénétrer à travers la fente de la sclérotique et de la choroïde, près du nerf optique; cela se fait toujours à la région inférieure de la fente et non pas au milieu, parce que l'artère centrale doit passer sous la membrane hyaloïde.

Près de l'entrée de l'artère centrale dans la cavité du bulbe par la fente commune, et très près de la fente de la rétine, là où s'étale la surface interne de la membrane nerveuse, trois ou quatre branches se détachent de l'artère en question, et cela des deux côtés. L'une ou l'autre d'entre elles se porte sur la face postérieure de la rétine déjà épaisse, les autres sur sa face antérieure; elles se ramifient régulièrement et forment de nombreuses anastomoses avec les veines. Plus ces branches artérielles se rapprochent du bord ciliaire de la rétine, plus leurs ramifications deviennent nombreuses et fermes; elles se terminent à l'ourlet qui forme la limite de la rétine, quelques-unes en s'unissant aux ramuscules des vaisseaux choroïdiens, la plupart se perdant dans des anastomoses ou dans les sinus veineux de la rétine.

Quant aux veines rétiniennes, elles se réunissent pour former le cercle veineux ou sinus veineux de la rétine, qu'il n'est pas difficile de distinguer sur l'œil du fœtus humain. Les artères et les veines de la rétine ont encore entre elles d'autres communications que celles dont nous avons parlé jusqu'ici. Quelques vaisseaux très fins se rendent à la zonule de Zinn et s'anastomosent là avec des branches artérielles qui forment autour de la capsule du cristallin un cercle semblable au cercle vasculaire de l'iris. Je n'ai pas vu que ces vaisseaux donnassent de branches à la capsule elle-même. Mais ce cercle vasculaire de la zonule de Zinn s'anastomose avec des vaisseaux de la membrane pupillaire interne, lorsqu'elle existe. Les artères dont nous venons de parler communiquent avec des veines qui se jettent dans le cercle veineux de la rétine.

Lorsqu'on examine des yeux bien injectés de fœtus de porc très jeunes, on voit que la membrane vasculaire, dont il a été question plus haut, est placée entre la rétine et le corps

vitré. Si l'on enlève avec précaution la rétine et la membrane vasculaire, le corps vitré reste ordinairement transparent et limpide, et l'on remarque à sa surface des impressions et des sillons qui gardent des traces de la matière à injection. Ces impressions et ces sillons pourraient aisément induire en erreur ; ils résultent de ce que les vaisseaux injectés, et par conséquent dilatés, de la membrane vasculaire de la rétine s'impriment sur l'hyaloïde molle et peu résistante. A première vue, on est tenté de les prendre pour des vaisseaux; mais par un examen attentif fait à l'aide d'une bonne loupe, il est aisé de s'assurer qu'il n'y a pas de vaisseaux qui passent de la membrane vasculaire sur l'hyaloïde et bien moins encore qui y pénètrent. La membrane vasculaire peut être séparée totalement de l'hyaloïde, avec peine il est vrai, bien que ces membranes juxtaposées par des surfaces ondulées soient étroitement en rapport entre elles. (Voyez les chapitres du développement de la rétine et de celui du corps vitré.) Il me paraît probable, vu la multitude des vaisseaux de la couche vasculaire de la rétine et sa position si rapprochée de l'hyaloïde, que les vaisseaux contribuent largement par leur exsudation à la nutrition et au développement du corps vitré.

Quand on enlève sur des yeux qui ont longtemps macéré dans l'alcool, car ce n'est que sur ceux-là que l'expérience est possible sans trop de difficulté, le cristallin et sa capsule, en les détachant du corps vitré, de sa fosse hyaloïde, on déchire inévitablement une belle couronne de vaisseaux fins. Cette couronne repose sur le bord du corps vitré, à l'endroit où on l'a détaché de la paroi capsulaire. Elle est en rapport avec des branches collatérales de l'artère centrale, qui se ramifient en forme d'étoile dans la fosse hyaloïde et s'unit par des vaisseaux capillaires très fins au réseau capillaire des procès ciliaires. Ainsi s'effectue l'union entre l'artère centrale et les vaisseaux ciliaires. J'ai constaté ces ramifications vasculaires très positivement, à une époque fort peu avancée, sur la surface externe de la marge ciliaire de l'hyaloïde, avant qu'il s'y

formât des replis. Elles constituent les premiers éléments de la couronne vasculaire plus étendue de la zonule de Zinn, dont il a été question.

Description du trajet des vaisseaux de l'enveloppe commune de l'œil du fœtus, injectés. — La cornée s'est séparée de la sclérotique, qui cependant est encore transparente, au point que l'on peut reconnaître et suivre à l'œil nu les vaisseaux qui rampent entre ses lames, quand ils sont injectés. On voit très clairement un vaisseau émerger de la sclérotique, après s'être divisé en deux branches principales, se porter à la face interne de la cornée, et renvoyer des rameaux dans la substance même de cette membrane. Les branches artérielles ne se bifurquent pas et ne forment pas d'anses. Les vaisseaux sont recouverts en partie du côté interne par les procès ciliaires ; ils sont interposés entre eux et la cornée. Cette membrane elle-même reçoit des branches disposées en forme de râteau ou de grille.

J'ai pu très bien suivre le trajet des vaisseaux scléro-cornéens de l'œil du fœtus : il existe entre les lames de la membrane encore transparente une demi-couronne vasculaire très développée, qui environne la partie membraneuse destinée à devenir la cornée ; elle y envoie des rameaux collatéraux, qui, tous, pénètrent plus ou moins avant dans l'épaisseur de la membrane cornéenne. Comme ce vaisseau, en forme de croissant, donne des branches à droite et à gauche, il en résulte un aspect tout particulier. Il est situé à la face interne de la membrane oculaire commune. Je n'y ai pas vu d'anses ni de bifurcations dans la région cornéenne. Les branches collatérales pénètrent dans la cornée, mais ne s'étendent pas au delà du tiers de cette membrane. (X. 6.)

On reconnaît aisément à la face interne de la membrane oculaire, les procès ciliaires qui s'y appuient. Ils constituent la terminaison en avant de la couche interne de la choroïde, encore privée de son pigment. Il n'y a pas jusqu'alors d'iris. Les procès ciliaires recouvrent les vaisseaux scléro-cornéens, ils

les dérobent à la vue de l'observateur. On voit seulement des branches collatérales qui s'avancent au delà des procès ciliaires : les branches à direction externe pénètrent dans la cornée, celles à direction interne s'anastomosent avec la membrane capsulo-pupillaire. Ce sont les branches collatérales du vaisseau semi-circulaire de la cornée qui sont recouvertes par les procès ciliaires, mais qui s'en dégagent pour se rendre en partie en dehors sur la sclérotique et de là dans le sinus veineux de cette membrane, en partie au bord interne des procès ciliaires, à la membrane capsulo-pupillaire à laquelle elles s'unissent. Il existe de très belles ramifications vasculaires à l'union du bord de la capsule du cristallin avec le corps vitré.

J'ai remarqué plusieurs modes de ramification des artères à la face interne et externe de la sclérotique avant son union avec la gaîne du nerf optique, par conséquent dans sa moitié postérieure, sur des yeux de fœtus humains de quatre mois, soigneusement injectés. Ordinairement il existe autour de l'endroit où doit se faire la soudure de la gaîne du nerf optique, de fortes ramifications qui ne proviennent pas d'un seul vaisseau, mais de plusieurs petites artères ; des ramifications moins développées existent plus loin, aux deux faces de la sclérotique. Elles forment à la face externe des taches en forme d'étoiles, d'où partent en rayonnant obliquement dans tous les sens des ramuscules artériels. Ces vaisseaux sont évidemment l'origine des artères ciliaires qui commencent à se développer, à une époque peu avancée, au milieu du mince parenchyme de la sclérotique, et autour et par-dessus desquels se déposent les couches externes de cette membrane. De ce dépôt résultent des canaux et les foramina perforants de la sclérotique, dans lesquels se trouvent les artères ciliaires avec les veines et les nerfs de même nom. (X. 3-4.)

Les injections, quand elles réussissent bien sur des yeux de fœtus humains, au milieu ou à la seconde moitié de la grossesse, font découvrir d'autres ramifications vasculaires

remarquables de la sclérotique. Ce sont les vaisseaux propres de cette membrane. Ils sont pour la plupart courts, très onduleux : quelquefois leur trajet est plus rectiligne, alors ils ne donnent pas beaucoup de branches latérales. On dirait que leur développement n'est pas encore complet, qu'ils sont en train de se former. Ils ressemblent aux vaisseaux nouvellement développés dans les exsudats qui s'organisent. A l'endroit où la cornée se sépare plus tard de la sclérotique, où cette dernière membrane devient opaque et résistante par suite du dépôt des fibres longitudinales à sa surface et dans son épaisseur, tandis que la cornée reste transparente, se développent de bonne heure, en différents endroits, de gros vaisseaux qui ne tardent pas à s'anastomoser pour former une belle couronne autour de la sclérotique. Ce réseau vasculaire de la sclérotique est constitué en partie par une couronne de fines artères, en partie par un sinus veineux plus gros, d'où partent des troncs veineux qui se dirigent en arrière et se jettent dans d'autres veines. Sur des pièces bien injectées, il n'est pas rare de voir des branches artérielles qui se distribuent positivement aux parties de la cornée les plus proches de la sclérotique. Elles pénètrent dans la substance cornéenne, mais elles restent à une assez grande distance du centre de la membrane; elles se terminent par une extrémité obtuse et sans former d'anses. Bientôt il se forme, au-dessus du système vasculaire que nous venons de décrire, un système nouveau. Avant que la cornée se sépare définitivement de la sclérotique, la conjonctive du bulbe s'est déjà développée au point de recouvrir en grande partie ces deux membranes. Il n'est pas rare de voir, à l'endroit où la conjonctive passe sur ces membranes, près du cercle annulaire conjonctival, des taches rouges qui sont des îlots sanguins. Elles donnent naissance à un réseau vasculaire superficiel, le réseau conjonctival, qui se met en communication plus tard avec les vaisseaux situés plus profondément. Il est très probable qu'il exerce une certaine influence sur le développement et la nutrition du parenchyme

sous-jacent, peu riche en vaisseaux ; il présente en cela quelque analogie avec la membrane vasculaire de la rétine.

Membrane pupillaire postérieure et antérieure.—On trouve, à une époque peu avancée du développement de l'œil du fœtus, entre le quatrième et le cinquième mois, une membrane vasculaire, de forme circulaire, qui vient de l'intérieur de l'œil ; elle se termine à la face postérieure de la cornée. J'ai constaté sa présence chez des fœtus d'agneaux, sur des yeux injectés, le plus facilement lorsque l'iris n'existait pas encore. Lorsque à cette époque on ouvre l'œil, après l'avoir injecté, par une incision circulaire faite avec précaution à la cornée, on voit en soulevant cette membrane, et il est impossible de l'écarter davantage sans déchirer la membrane vasculaire, une couche de tissu injecté, placée au-dessous de la cornée ; elle semble venir de la marge de la capsule du cristallin, et se perd dans la choroïde et les procès ciliaires qui s'en dégagent. Les procès ciliaires, courts à cette époque, touchent le bord interne de la cornée, car l'iris n'existe pas encore ou commence seulement à se développer. La membrane pupillaire ordinaire n'est pas celle dont nous venons de parler : elle ne peut pas exister dans des yeux de fœtus aussi peu avancés ; cependant beaucoup d'anatomistes les ont confondues entre elles. La membrane en question est organisée dans sa partie antérieure comme la membrane pupillaire ; elle touche de près la paroi postérieure de la cornée, bien qu'elle n'y adhère que faiblement. Je crois qu'elle est ce qu'on a appelé la membrane capsulo-pupillaire, à une époque très-peu avancée du développement. On lui a imposé une dénomination inexacte, parce qu'on l'a seulement vue à une époque postérieure de la vie fœtale. Si on l'avait observée pendant les périodes antérieures de son développement, on n'aurait pas pu la nommer membrane capsulo-pupillaire. C'est une membrane choroïdo-uvéenne ; elle adhère par de petits vaisseaux capillaires qui s'anastomosent avec des capillaires de l'artère capsulaire, destinés à la capsule antérieure, au bord de la capsule de la lentille, ou

bien elle se met en rapport avec des capillaires de la fosse hyaloïde; elle sert ainsi à unir les vaisseaux de la choroïde avec des branches de l'artère centrale.

La membrane choroïdo-uvéenne, selon moi, n'est au fond pas autre chose que le bord antérieur de la couche interne de la choroïde, dépourvue de pigment (voyez l'histoire du développement de cette membrane), qui, après avoir enveloppé les procès ciliaires lorsque l'iris n'existe pas encore, couvre en avant la capsule antérieure sous forme d'une membrane complétement close, reçoit çà et là des anastomoses capillaires, recouvre plus tard la face postérieure de l'iris, après que celui-ci s'est développé, s'y unit étroitement, devient pigmentaire, et concourt de cette manière à la formation de l'uvée. On a assigné à cette membrane des significations et des dénominations différentes; selon qu'on l'avait trouvée dans des yeux plus ou moins avancés, elle porte des noms différents. L'histoire de sa formation est très obscure et fort embrouillée. Il m'a paru le plus convenable de l'appeler membrane pupillaire postérieure; la membrane pupillaire proprement dite deviendrait alors la membrane pupillaire antérieure.

Cette membrane pupillaire antérieure naît beaucoup plus tard que l'autre. Elle est contemporaine de l'iris, tandis que l'autre se développe avant ce diaphragme. La formation de l'iris coïncide avec un acte important du développement de l'œil; jusque-là il n'avait pas deux chambres, sa cavité était unique. La chambre antérieure se forme par suite de la voussure de la cornée après que se sont développés l'iris et le tenseur de la choroïde. A cette époque seulement s'avance, derrière le tenseur, une membrane vasculaire qui part de la choroïde et passe au-devant de l'iris; elle se place entre la face postérieure de la cornée et la face antérieure de l'iris. Cette membrane conserve quelque temps son organisation primitive, puis elle subit une métamorphose rétrograde, et devient la membrane de Zinn, c'est-à-dire qu'elle se transforme en un enduit membraneux permanent de l'iris.

Vaisseaux permanents et provisoires de l'œil du fœtus. — Outre les vaisseaux permanents de l'œil fœtal, c'est-à-dire ceux qui sont destinés à durer pendant toute la vie de l'organe, il en existe de provisoires pendant la vie fœtale, qui n'existent qu'un certain temps, et puis disparaissent, ou qui doivent être considérés comme des anomalies s'ils persistent. Il faut rapporter à cette classe les membranes vasculaires qu'on avait nommées autrefois membrane pupillaire, capsulo-pupillaire, et membrane vasculaire de la rétine, et de plus l'artère centrale. Ces vaisseaux et les membranes qui les renferment, ont pour but de conduire le sang pendant un certain temps vers quelques organes ; puis ils disparaissent et concourent au développement complet de certains organes dans lesquels ils se fondent : la membrane pupillaire antérieure, celle qui part de la choroïde, passe au-devant du tenseur de la choroïde, de l'iris et de la pupille, et arrive à la face interne de la cornée, et la membrane pupillaire postérieure, qui porte le nom de capsulo-pupillaire, prolongement de la couche interne de la choroïde fœtale, dépourvue de pigment, qui adhère à la face interne des procès ciliaires. Ces membranes vasculaires s'oblitèrent et disparaissent peu à peu ; elles concourent en même temps au développement d'autres organes. Pour la membrane pupillaire antérieure, cela se fait, selon moi, de la manière suivante : il survient des obstructions dans les vaisseaux du centre, qui se courbent en anses de dehors en dedans pour revenir sur eux-mêmes ; les globules sanguins qui circulaient dans ces vaisseaux deviennent plus rares : il en résulte des espaces vides ; ces globules se modifient en d'autres endroits. Les vaisseaux se rétrécissent, reviennent sur eux-mêmes : il se forme d'abord au centre de la membrane une grande ouverture irrégulière qui, à mesure que la membrane se rétrécit, finit par égaler en dimension la pupille qui se trouve derrière elle. La membrane pupillaire alors se juxtapose plus étroitement à la surface antérieure de l'iris, elle s'y soude, et ses vaisseaux, de plus en plus activés, forment au-

devant du diaphragme oculaire une couche qui prend des formes très remarquables.

Je n'ai eu que de rares occasions d'observer les modifications de la membrane pupillaire postérieure, celle qui se rend des procès ciliaires à l'endroit où doit se former l'uvée. Il me paraît très probable qu'elle s'oblitère de la même manière que la membrane antérieure, et qu'elle contribue à la formation rayonnée qu'on remarque à la surface de l'uvée, par conséquent à la formation de l'uvée même ou de la couche pigmentaire de la face postérieure de l'iris.

L'artère centrale s'oblitère de la manière suivante : à la fin du cinquième mois ou au milieu du sixième, l'artère qui jusque-là était très reconnaissable à sa couleur rouge, devient blanche dans une partie de son étendue, derrière la capsule postérieure ; quelque temps après, elle devient invisible en cet endroit. A partir de la paroi capsulaire, la portion du vaisseau qui était restée rouge et bien distincte, devient plus mince et plus fine ; elle finit par disparaître tout à fait, même quand on l'examine à la loupe. La blancheur et la disposition de l'artère à la région postérieure du corps vitré, sont l'indice du commencement de l'oblitération de cet organe. Si l'on examine l'œil à cette époque, on voit au milieu de la rétine un organe pyramidal qui pénètre dans le corps vitré. Il se détache aisément de celui-ci, dans l'intérieur duquel il proémine en arrière ; on voit alors que son extrémité pointue est fort mince et ne présente pas d'ouverture, qu'elle est complétement close. Le corps vitré est percé d'un large canal à l'endroit où s'insérait cet appendice pyramidal ; il ne s'étend pas jusqu'à la paroi capsulaire, mais s'arrête au tiers postérieur de l'hyaloïde. C'est ce qui reste du canal hyaloïdien. J'ai trouvé quelquefois chez le fœtus cette pyramide non pas raide, mais comme flétrie, plus petite alors que d'habitude, et sortie en partie du canal hyaloïdien qui s'était déjà rétréci en avant. La partie oblitérée de l'artère centrale s'était détachée dans sa moitié supérieure de la paroi de la capsule postérieure. Un examen

plus attentif de la base de l'artère oblitérée fait reconnaître l'étendue de son contour. Son diamètre est assez grand, car elle recouvre toute l'étendue du punctum cœcum. Le sommet de la pyramide s'amincit peu à peu; elle finit par disparaître jusqu'à la papille optique, en même temps que le bord optique de la rétine s'aplatit autour du punctum cœcum et qu'elle perd sa marge dentelée.

C'est ici le lieu de noter une observation remarquable, que j'ai déjà faite plusieurs fois, c'est que l'oblitération de l'artère centrale ne progresse pas avec la même rapidité aux deux yeux. J'ai vu plus d'une fois cette artère, assez large et rigide encore, à l'intérieur du corps vitré, et unie d'une manière évidente à la capsule postérieure à l'un des yeux, tandis qu'à l'autre œil elle était devenue sinueuse, s'était déjà détachée de la capsule et abaissée.

Un fait digne de remarque pour l'histoire ultérieure de cet acte important du développement de l'artère centrale, c'est l'état de ce vaisseau dans l'œil du veau quelques jours après la naissance. L'artère centrale assez grosse, de forme pyramidale, sort du nerf optique à l'endroit de l'éminence papillaire, dont elle porte en soi l'origine, et qu'elle recouvre. Elle n'est pas rouge, mais blanche; elle pénètre dans le corps vitré, et après un court trajet dans l'intérieur de celui-ci, s'amincit brusquement et devient filiforme; sa portion supérieure, qui se trouve derrière la capsule postérieure, n'est donc plus unie à la paroi capsulaire. Là où l'artère centrale pénètre dans le corps vitré, il existe à ce dernier une grande ouverture.

VII

Développement des paupières, de la cavité orbitaire, des muscles de l'œil, du tissu adipeux de l'orbite et de l'appareil lacrymal.

Planches 11 et 12.

Développement des paupières. — Les paupières donnent à l'œil l'expression intellectuelle. C'est leur absence qui détermine chez le fœtus humain, pendant les premiers

mois de son développement, une grande analogie avec le type de l'animal. La région cutanée lisse et peu étendue de l'œil fœtal, saillant et dépourvu de paupières, devient le point de départ d'une organisation merveilleuse. La couche cutanée la plus rapprochée de l'œil, et qui fait partie de la membrane commune d'enveloppe de la tête, ne diffère pas de celle-ci sous le rapport histologique. Elle se compose, au second et au troisième mois de la vie intrà-utérine, de simples cellules de transition, entre lesquelles apparaissent plus tard des fibres naissantes de tissu conjonctif, et aux dépens desquelles s'effectue le développement ultérieur de la région palpébrale. Au commencement, elle fait partie de la membrane cutanée commune de la tête du fœtus, qui passe sur l'œil sous forme de replis. Plus tard, elle constitue deux replis valvulaires, origine des paupières. Les faits principaux de la blépharogénèse ont été fidèlement esquissés dans la partie générale de cet ouvrage (I. 8-11). Elle consiste dans la formation de deux replis, supérieur et inférieur, de la membrane cutanée commune du fœtus, qui d'abord entourent étroitement le bulbe, et qui, plus tard, se développent et s'étendent au-devant de lui, jusqu'à ce qu'ils se touchent par leurs bords et recouvrent l'œil. Les replis cutanés, en se développant et avant de se toucher, subissent de nombreuses modifications morphologiques, car, sous la peau des paupières se forment le cartilage tarse, les glandes de Méïbomius et la conjonctive. En même temps que ces organes, et en rapport avec eux, se développe l'appareil lacrymal avec ses conduits absorbants et excréteurs; la voûte osseuse qui protége l'œil, l'orbite, se forme à son tour; enfin l'œil devient mobile par ses muscles propres et par ceux des paupières: le développement se termine par l'apparition des cils. Nous allons maintenant examiner de plus près ces divers organes; mais nous exposerons d'abord les considérations suivantes, qui se rapportent à la morphologie de la région palpébrale du fœtus, au troisième et au quatrième mois.

Un fœtus humain de trois mois présentait l'état suivant : la fente palpébrale était formée, l'angle palpébral interne était très aigu. A l'endroit de la caroncule lacrymale, qui n'était pas encore visible à l'œil nu, existait un léger amas de mucus, sortant de l'angle palpébral externe sous forme de filaments, et qu'il était facile de détacher. La fente palpébrale était horizontale, légèrement béante au milieu, parfaitement close à ses extrémités. Il n'y avait pas de traces de cils ni de sourcils. Le bord de la paupière supérieure était rétracté ; en le renversant en dehors, il paraissait double, ce qui indiquait le début du développement du cartilage tarse entre les deux surfaces de la paupière. Le bord de la paupière supérieure était saillant, échancré par le cartilage tarse ; il n'existait pas de faisceaux musculaires de l'orbiculaire, ni de glandes de Méïbomius. On ne voyait pas encore à l'angle interne de l'œil de traces du tendon de l'orbiculaire ; il pouvait exister à peine en effet, puisqu'il naît en même temps que le muscle. Une circonstance remarquable, c'était le peu d'épaisseur de la couche cutanée constituant à cette époque la paupière.

Chez un fœtus humain, avorté à la fin du quatrième mois, examiné à l'état frais, la peau très rouge, les vaisseaux remplis de sang, les paupières fermées paraissent transparentes, presque gélatineuses. On voit le bulbe à travers les paupières presque diaphanes : il est dirigé en dehors ; on reconnaît l'iris et la cornée à travers les paupières. Le bulbe est très proéminent. La fente palpébrale obturée décrit une courbe élégante. En dehors elle est soulevée par le bulbe oculaire ; en dedans elle s'applatit rapidement. A l'extrémité externe de la fente palpébrale et en bas existe une petite strie jaunâtre : c'est le commencement du tendon de l'orbiculaire, qui apparaît à travers la peau qui le recouvre. A la région extérieure de la fente palpébrale, aucune trace des glandes de Méïbomius. La fente elle-même est obturée. De tous les points de la périphérie de l'orbite partent des ramifications

vasculaires distinctes et nombreuses pour se distribuer aux paupières encore fort minces et dont la couche supérieure est de consistance gélatineuse. Le tissu qui avoisine la fente palpébrale close, examiné au microscope, est formé en partie de noyaux, en partie de cellules conjonctivales et de cellules allongées, que l'on peut considérer comme les premiers indices de la couche musculaire des paupières. Au troisième mois, de la dixième à la douzième semaine, le bulbe optique devient très saillant en dehors; il s'appuie à l'angle palpébral externe, qui est soulevé et tendu par l'œil, qu'il recouvre en partie. La fente palpébrale à demi ouverte et les paupières elles-mêmes sont distendues dans toute leur longueur. Les bulbes, dont la cornée est très aplatie et de grande dimension, sont dirigés en dehors (*situs divergens*). Les bords palpébraux ne se touchent pas encore. La fente palpébrale est entr'ouverte; la paupière supérieure n'est pas échancrée à la partie médiane de son bord, parce que le tarse n'existe pas encore; l'échancrure existe plutôt à la paupière inférieure. On distingue à la partie interne de la fente palpébrale une portion de la sclérotique, de couleur bleue; elle correspond à peu près au tiers interne de la fente; les deux autres tiers sont en rapport avec la cornée qui est très développée. Les paupières elles-mêmes sont très minces, presque transparentes à leur centre; elles sont plus épaisses vers le bord. L'œil fait saillie dans la direction de l'angle palpébral externe, qu'il soulève, ce qui allonge l'angle et les bords palpébraux externes (XI. 4). Le développement de l'angle palpébral interne est déjà tellement avancé qu'il forme, au bord palpébral inférieur et supérieur, des saillies spéciales ou languettes, à l'extrémité desquelles apparaissent plus tard les points lacrymaux, qui ne sont pas encore visibles maintenant. On ne voit pas à cette époque la caroncule lacrymale, mais il existe déjà en arrière de la cornée un anneau formé par la conjonctive en voie de développement, et qui se réfléchit du bulbe sur les paupières. C'est l'anneau de la conjonctive. La conjonctive

bulbaire est déjà complétement développée; celle des paupières ne l'est pas encore.

Il n'existe pas de frein palpébral et la conjonctive des paupières n'arrive pas jusqu'à la marge des paupières (XI. 5). La fente palpébrale est petite, étroite, proportionnellement au volume des yeux. La voûte orbitaire n'existe pas encore : les yeux sont attachés à la tête comme des boutons; ils ne sont pas encaissés dans la face, puisque le développement de l'orbite commence par les parties profondes. La racine du nez est enfoncée, assez large; il n'y a pas de sourcils; le nez est aplati, les narines sont largement ouvertes, la région du maxillaire supérieure est très-étroite, les procès zygomatiques ne sont pas développés, la bouche est grande, le menton très-petit. La région faciale est peu développée latéralement, fortement aplatie en dehors. La fente palpébrale correspond au milieu de l'œil, elle laisse voir en dehors une partie de la sclérotique; la cornée apparaît dans le reste de son étendue. L'angle palpébral externe est placé sur un plan fort antérieur, de sorte qu'on aperçoit à côté de lui le bulbe oculaire saillant en dehors. La paupière supérieure est échancrée en forme d'arcade, sa marge est ourlée et dirigée en dehors; on ne voit pas de cils. Le bord de la paupière inférieure n'est pas ourlé, il n'est pas non plus dirigé en dehors; il est appliqué contre la cornée : sa direction est rectiligne, il est dépourvu de cils et de glandes. Le bord des paupières n'adhère nulle part à l'œil. A l'angle palpébral interne, à l'endroit de la caroncule lacrymale, existe un amas gélatineux de mucus, qui fait saillie; le microscope y démontre l'existence du tissu muqueux globulaire.

Lorsqu'on enlève ce mucus, on ne trouve pas de saillie comme première trace de la caroncule lacrymale. Il n'y a pas non plus de points lacrymaux, bien que ceux-ci soient déjà indiqués par un petit cul-de-sac (*forea clausa*), à l'endroit où commence l'ourlet du bord de la paupière supérieure. Le sac lacrymal manque, la région qui y correspond est trop plate;

les os du maxillaire supérieur sont trop peu développés pour qu'il se soit formé un os lacrymal.

C'est une chose remarquable que le développement de languettes palpébrales à la face interne des paupières, à l'époque où les fentes palpébrales de chaque côté ne sont pas horizontales et parallèles, mais convergent plutôt l'une vers l'autre (XI. 6-7-8). Ces languettes se raccourcissent plus tard lorsque la direction oblique de la fente palpébrale devient horizontale par suite du développement de la partie interne de l'orbite (XII. 6-13). Ce raccourcissement des languettes, qui dépend d'un retrait général de la substance palpébrale sur elle-même, coïncide avec le développement des points lacrymaux. Ceux-ci apparaissent très distinctement à la fin du quatrième mois à la face interne des paupières, près de leur extrémité; ils reposent sur une espèce d'éminence, de papille, comme les conduits excréteurs de la mamelle; ils sont relativement très développés (XI. 10). Leur ouverture est large et arrondie. Je ne puis rien dire de précis quant à l'origine des points lacrymaux, car je n'ai pas réussi à les observer de plus près. Toutefois leur développement est en rapport avec celui des canaux lacrymaux, et l'on ne peut se représenter autrement la naissance de ceux-ci que par la formation de gouttières qui plus tard se changent en canaux. Les points lacrymaux sont assez développés à cinq mois pour permettre facilement l'introduction d'un cheveu.

Il faut remarquer aussi les rapports de position entre les paupières closes et le bulbe à une certaine époque. L'œil qui est très saillant et qui regarde en dehors, parce qu'il n'est pas assez profondément placé dans l'orbite rudimentaire et encore peu excavée, supporte au devant de sa cornée l'angle externe de la fente palpébrale, aussi bien à droite qu'à gauche. L'angle palpébral interne s'étend bien au delà de la limite interne du bulbe; il s'insère assez profondément à la paroi interne de l'orbite, au moyen de son tendon qui a déjà une teinte jaune. L'orbite, qui n'est pas creuse encore, est étroite à sa région

interne comme l'angle palpébral interne. Cette partie de l'orbite, d'abord située profondément, prend une direction plus horizontale et s'arrondit à mesure que toute la cavité se développe (XII. 6-15). La nature a déployé ici toute sa prévoyance. En effet, par suite de la rotation ultérieure de l'œil en dedans, du développement de la région interne du bulbe et de l'augmentation de sa convexité, la fente palpébrale se trouve au devant du centre de l'œil, de la cornée.

La formation de la fente palpébrale coïncide avec la juxtaposition des bords palpébraux; il n'existe pas encore de cartilage tarse. La fente palpébrale est légèrement échancrée à ses angles externe et interne; au milieu la paupière supérieure ne fait plus que toucher l'inférieure, ce qui donne à la fente palpébrale une forme échancrée latéralement. Cette disposition, qui n'est que transitoire chez le fœtus, disparaît promptement lorsque la conjonctive oculaire se soude à la face interne des paupières, en même temps que se développent le cartilage tarse et les glandes de Méïbomius.

Lorsque les paupières se sont rapprochées peu à peu de manière à se toucher pas leurs bords, et qu'elles se sont complétement développées extérieurement comme voiles protecteurs de l'œil, elles se disposent à de nouveaux développements quant à leurs éléments : le tarse, les glandes de Méïbomius et de Zeiss, les fibres musculaires et le bouton de l'orbiculaire. Avant cela, les paupières sont très minces, au point de laisser transparaître le bulbe qui est très saillant. Elles sont plus épaisses près de leur bord qu'à leur centre, et à leur région orbitaire ou externe j'ai pu distinguer plusieurs fois à l'œil nu le tendon naissant de l'orbiculaire ou les glandes de Méïbomius dans leur forme primitive.

Nous devons remarquer ensuite la conjonctive oculaire et palpébrale. L'enveloppe cutanée commune, en formant deux replis qui s'allongent et qui finissent par se rencontrer, circonscrit au devant de l'œil une cavité qui reste longtemps close, mais qui, plus tard, s'ouvre par la fente palpébrale. La

paroi interne de cette cavité forme la conjonctive palpébrale, qui est close.

Le développement de la conjonctive oculo-palpébrale est assez avancé au troisième mois de la vie fœtale. Elle adhère étroitement au bulbe, se réfléchit en haut et en bas sur les paupières, mais n'est pas soudée à leur surface interne. Ce n'est que plus tard, lorsque les paupières se touchent et que commence le développement du tarse et des glandes de Méïbomius, que naît une plus étroite union avec la face interne des paupières jusqu'à leur marge ; les bords de la conjonctive se soudent en même temps ; elle se soude aussi immédiatement au-devant des commissures palpébrales (XI. 9-10). J'ai vu assez souvent que la conjonctive formait en ces endroits des plis bien prononcés.

L'examen microscopique de la conjonctive y fait découvrir à la région palpébrale un épithéléon abondant, bien développé et compacte ; le parenchyme, la base de la membrane, se compose de fibrilles parallèles ; j'ai trouvé, en outre, des branches nerveuses, des amas pigmentaires isolés, et çà et là des taches rouges que j'ai considérées comme des îlots sanguins destinés à former des vaisseaux.

Développement des glandes de Méïbomius. — Le développement des glandes de Méïbomius commence après que les paupières se sont accolées et soudées par leurs bords. Il a lieu, par conséquent, à la fin du quatrième mois de la grossesse, et quelquefois beaucoup plus tard. La face interne des paupières n'est pas encore complétement recouverte par la conjonctive palpébrale (XI. 9-10). Il se forme à cette époque un épais cercle vasculaire qui environne la fente palpébrale close; il est constitué par deux arcades artérielles, l'une externe, l'autre interne, qui se réunissent au milieu, divergent ensuite et s'anastomosent par un réseau lâche (XI. 10). Chacune de ces arcades présente des branches latérales parallèles entre elles, disposées en échelle; cet appareil vasculaire sert de base à la formation des canaux des glandes

de Méïbomius à la face interne de la paupière (cercle artériel fœtal des paupières). A partir des angles palpébraux s'organise une couche de tissu cellulaire, qui forme dans toute l'étendue de la face interne des paupières une bande éloignée de quelques lignes de la fente palpébrale ; c'est le commencement des glandes de Méïbomius. Je n'ai pas réussi à observer le développement de ces glandes chez l'homme d'une manière continue, j'ai été plus heureux dans ma recherche sur des mammifères. Les glandes de Méïbomius sont d'abord de simples cœcums (glandulæ vallatæ) placés les uns à côté des autres. Ces cœcums, dont les parois sont celluleuses, communiquent directement entre eux ; ils ont un conduit commun auquel ils adhèrent comme des grains de raisin. Les diverticules, d'abord simples, qui constituent les glandes de Méïbomius, sont formés par du tissu conjonctif. L'extérieur est rempli de cellules quadrangulaires, aplaties ; celles-ci renferment des vésicules de dimensions très variables, qui ressemblent tout à fait à des gouttelettes de graisse.

En examinant les glandes de Méïbomius sur les paupières d'embryons de moutons, j'ai constaté clairement la structure dont j'ai parlé plus haut, et, en comprimant le tissu, j'ai fait sourdre des canaux excréteurs des glandes, des gouttelettes de graisse de grandeur et de forme variables. J'ai remarqué quelquefois que lorsqu'on enlève à cette époque les paupières de devant la cornée, il existe une adhérence entre ces parties à l'endroit où elles se touchent et s'unissent, dans l'étendue, par conséquent, de la fente palpébrale. Il n'en est pas ainsi en règle générale, et il est aisé le plus souvent d'écarter les paupières de la cornée, bien que la fente palpébrale soit rapprochée si étroitement de la membrane transparente, qu'elle laisse ordinairement une impression à sa surface, surtout quand les pièces ont été conservées dans l'alcool. Cette adhérence provient d'une accumulation fort abondante, à la face interne des paupières, le long de leur fente close, d'une matière organisable très analogue à celle des

glandes de Méïbomius, et qui, alors, occasionne des soudures entre les surfaces juxtaposées. Il peut se développer aisément de cette manière un ankyloblépharon congénital, comme je l'ai vu plusieurs fois chez le fœtus humain. Ce phénomène est d'ordre pathologique, et non pas embryogénique; il n'a pas encore été décrit.

Le tarse se développe à la même époque que les glandes de Méïbomius. Il se forme très probablement comme elles de tissu conjonctif. J'ai observé à plusieurs reprises que des cellules très-analogues à celles du tissu conjonctif, qui se ramifient dans l'épaisseur du tarse, jouent un rôle très important dans son développement. J'ai quelquefois observé aussi des gouttelettes de graisse, pour lesquelles je n'ose pas décider si elles appartiennent à la trame naissante du cartilage tarse ou bien au tissu conjonctif des glandes de Méïbomius. Ces organes ne sont pas seulement intimement alliés sous le rapport histologique au début de leur développement, ils restent unis plus tard par contact et par pénétration des glandes dans l'épaisseur du tarse.

Développement du cartilage tarse. — Avant le développement du cartilage tarse, le bord de la paupière supérieure paraît replié au milieu, comme s'il était double. Ce repli disparaît avec la formation du tarse, qui se glisse obliquement en avant. En même temps le bord de la paupière, qui regardait jusque-là fortement en dehors, se rapproche davantage de l'œil, parce que le cartilage tarse qui était d'abord dirigé en dehors, se recourbe progressivement en dedans. C'est ainsi que la paupière supérieure acquiert une courbure harmonieuse. Le développement du tarse s'observe très bien sur des coupes horizontales de la paupière. L'occlusion palpébrale dure un temps indéterminé; pendant qu'elle existe, il se sécrète à l'intérieur du sac que forme la conjonctive oculo-palpébrale, un liquide clair qui s'écoule quand on sépare de force les paupières. A une époque plus ou moins rapprochée de la naissance, que je ne puis pas déterminer exactement, les bords

des paupières se séparent; lorsque la fente palpébrale est ouverte, le développement des glandes de Méïbomius, retardé jusqu'alors, se complète à la marge des paupières; nous examinerons ce point de plus près par la suite.

Ouverture spontanée de la fente palpébrale. — En dedans de la rangée régulière que les glandes de Méïbomius forment à la face interne de la paupière, sur la conjonctive, apparaissent dans la membrane inter-palpébrale des ouvertures arrondies ou allongées, régulièrement espacées, opposées diagonalement (XI, 13); je les appelle points de résorption. A partir de ces points, qui s'agrandissent et s'allongent, et qui deviennent des lignes de résorption, la séparation des surfaces internes des paupières se propage en ligne droite d'un point de résorption à un autre; il en résulte, quand la séparation est complète dans toute l'étendue de la fente palpébrale, que les bords libres des paupières sont dentelés. A l'extrémité des dentelures se loge le dernier follicule d'une glande de Méïbomius; il est percé d'une ouverture qui fait bientôt l'office de canal excréteur définitif. Les dentelures marginales des paupières persistent longtemps chez les mammifères; chez quelques animaux même elles ne disparaissent pas complétement. Chez le fœtus humain, au contraire, elles sont très petites dès l'origine et ne tardent pas à disparaître. Les cils n'apparaissent pas immédiatement après la désunion des bords palpébraux; les saillies que forment les ouvertures des glandes de Méïbomius doivent d'abord diminuer et s'effacer entièrement avant que les cils commencent à pousser (XII. 2). Le développement des glandes de Méïbomius commence à la face interne du cartilage tarse, mais on les trouve aussi dans l'épaisseur de son tissu. L'enfoncement partiel des glandes dans la substance du cartilage s'explique en partie par la simultanéité du développement de ces organes, en partie par l'identité du tissu qui les produit, le tissu conjonctif, et par les modifications histologiques qu'il subit.

Le développement des follicules palpébraux, dans l'intérieur

desquels naissent les cils, commence avant celui des glandes de Méïbomius. Je les ai vus se former à la paupière de mammifères, par dépression de la peau. Ces cryptes primitifs ressemblent aux impressions que laisseraient sur la peau des piqûres faites avec une aiguille émoussée ; ils existent déjà bien avant que les paupières se touchent par leurs bords, lorsqu'il existe encore une large fente palpébrale. Ils sont situés à la paupière supérieure, à quelques lignes de la fente palpébrale, disposés sur deux rangées, non pas parallèles, mais en zigzags. A mesure que la peau de la paupière supérieure se développe et se rapproche de l'inférieure, le bord palpébral supérieur se dirige en bas ; en même temps il s'étend latéralement. Les follicules cutanés, qui étaient d'abord disposés sur deux rangs, finissent par ne former qu'une rangée unique ; lorsque le tarse et les glandes de Méïbomius sont complétement développés, les follicules sont placés le long du bord extrême de la paupière, et c'est selon cette direction que les cils apparaissent régulièrement (XII. 4-5).

Le développement des sourcils coïncide avec celui des cils palpébraux ; il peut aussi se faire plus tard. Avant qu'apparaissent les poils (cils) on voit au-dessus de chaque fente palpébrale des inégalités à la membrane cutanée, où la loupe permet de découvrir des cils dirigés obliquement en dehors. Ces inégalités de la peau sont produites par le développement progressif des follicules ciliaires (XII. 5. *a*).

Lorsque le développement des paupières en est arrivé, après la naissance du cartilage tarse et des glandes de Méïbomius, à l'ouverture de la fente palpébrale, il reste pendant quelque temps aux paupières inférieure et supérieure un bord dentelé (*margo denticulatus*) qui résulte de la séparation bilatérale de follicules isolés des glandes de Méïbomius des deux paupières (XII. 1-2). Ces follicules isolés et saillants se retirent au bout de peu de temps, et les bords palpébraux de dentelés deviennent lisses. Ceci s'opère en partie par métamorphose rétrograde des follicules saillants, en partie par l'extension du

bord du cartilage tarse, que vient recouvrir la membrane cutanée commune (XII. 4-5).

Développement de l'orbite. — Un des points de développement les plus remarquables pour l'œil humain, c'est, pendant le second et le troisième mois de la vie intrà-utérine, le petit espace compris entre la partie postérieure du bulbe et la partie antérieure de la vésicule optique du cerveau, l'endroit de la tête du fœtus où l'œil adhère encore à l'encéphale, mais où il ne tardera pas à s'en écarter, afin que le nerf optique ait un espace suffisant pour se développer (I. 22-23). Là se trouve aussi l'origine de l'orbite. En effet, la séparation de l'œil et de l'encéphale, sans être directement déterminée par le développement du feuillet osseux primitif de l'orbite, est favorisée par lui. Ce feuillet osseux résulte d'un dépôt qui enveloppe de haut en bas les parties qui relient l'œil à l'encéphale. Je l'ai plusieurs fois isolé et extrait de l'espace orbitaire au moyen d'une pince. Il est bifurqué à son extrémité; aussi je l'ai appelé fourche orbitaire (II. 3). Cette lame osseuse sépare l'œil de l'ampoule cérébrale; elle l'entraîne en bas et le fixe à l'endroit du nerf optique. La fourche orbitaire fait partie du sphénoïde qui ne se forme que plus tard; elle appartient aux petites àiles de cet os, au point où elles se réunissent ensuite aux apophyses orbitaires du frontal pour former le trou optique. Les parties osseuses situées au-dessus de la fourche appartiennent à l'os frontal: elles se développent et s'étendent au-dessus du bulbe pour former la paroi supérieure de l'orbite; elles isolent dans cette direction le bulbe de l'ampoule cérébrale. Il ne se développe pas de paroi orbitaire inférieure à la même époque, parce que les os qui doivent la constituer, le maxillaire, l'os palatin et l'os jugal, ne sont pas encore formés alors. La paroi orbitaire interne manque aussi, car les trois os qui doivent se réunir pour la composer, l'éthmoïde, l'os lacrymal et le maxillaire, n'existent qu'à l'état rudimentaire, sous forme de minces feuillets membraneux. La paroi orbitaire externe, la dernière à naître, et qui

est formée par la grande aîle du sphénoïde et l'os jugal, apparaît à une époque très avancée de la vie fœtale.

L'orbite se développe donc de dedans en dehors, et tout au commencement, de dedans en avant. Sa naissance coïncide avec la séparation de l'œil d'avec l'encéphale. La première lame osseuse de l'orbite se forme entre la partie postérieure de l'œil et l'encéphale; elle enveloppe cette région et sépare la partie postérieure de l'œil de la vésicule cérébrale. L'osselet primitif devient, à l'endroit de la séparation, le point de départ de la formation et du développement de l'orbite, qui s'étend d'abord en haut, mais pas encore en avant (XII. 12). Cette membrane mince, qui renferme les points d'origine de la substance osseuse future, se développe de bas en haut; elle environne l'œil d'une manière très étroite au commencement, sans laisser d'intervalle entre elle et lui (XII. 12). En avant, le développement du rebord orbitaire antérieur, partie de l'os frontal, se fait longtemps attendre; le bulbe est bien recouvert, il est vrai, par les paupières, mais latéralement il n'est pas protégé par les bords orbitaires. Les parois supérieure et latérale n'existent pas encore, du moins la voûte qu'elles forment est peu profonde (XII. 6-12). Il est par conséquent facile d'enlever, au moyen d'un couteau à cataracte bien affilé, la moitié du bulbe, qui fait saillie au delà de l'orbite, sans léser le moins du monde le rebord orbitaire. A cette époque, l'orbite, en rapport avec la forme aplatie de l'œil, est fort large en avant et très plate au fond (VII. 15-6, *a*). Quelques semaines et quelques mois plus tard, à mesure que les os qui composent les diverses parties de l'orbite avancent dans leur développement, le rebord orbitaire est devenu apparent et l'orbite a augmenté en longueur et en profondeur. Il est à remarquer, à ce sujet, que le bulbe du fœtus humain reste toujours étroitement environné par les plaques osseuses de l'orbite en voie de se développer. Celle-ci est bien plus mince à cette époque que la sclérotique fœtale, c'est ce dont on peut se convaincre par l'inspection de la

figure 12 de la planche XII. Pendant que l'orbite continue à se développer d'arrière en avant et en dehors, ainsi que nous l'avons exposé, elle présente à noter les faits suivants quant à l'adhérence de sa portion supérieure à l'encéphale :

L'examen anatomique de têtes de fœtus humains au second et au troisième mois de la vie intrà-utérine, et même à une époque moins avancée, démontre que le bulbe touche la vésicule cérébrale par sa paroi postérieure. L'encéphale et l'œil sont si près l'un de l'autre, que le nerf optique, qui alors est mince et très petit, leur sert de lien (II. 1-2). Entre le bulbe et le point d'où naît la protubérance optique du cerveau, se forme une aile du sphénoïde, qui affecte d'abord la figure d'une fourche; peu à peu elle enveloppe des deux côtés la protubérance optique du cerveau, et circonscrit le trou optique destiné au nerf de ce nom. Le développement et le redressement du nerf optique se font en cet endroit concurremment avec l'ampliation et le développement complet du crâne du fœtus. Les coupes transversales de têtes de fœtus humains que nous avons données (I. 14-19), aident à se rendre exactement compte de ces actes du développement; il nous manque jusqu'à présent des observations plus précises sur cet espace si important pour la génèse du crâne et sur le développement de l'orbite dans les premiers temps de la vie fœtale. Elles seules pourraient nous dévoiler l'histoire du développement du crâne dans cette région et l'influence qu'il exerce sur la formation de la cavité orbitaire en général et en particulier. J'espère que je pourrai plus tard combler cette lacune à l'aide de nouvelles observations.

L'œil du fœtus humain n'est plus discoïde à cette époque comme il l'était autrefois. Peu à peu sa largueur proportionnelle diminue et il augmente en longueur, et en même temps devient plus convexe en dehors. La surface bulbaire qui regarde le cerveau, et qui est contenue dans l'orbite, devient plus convexe en arrière, ce qui amène une augmentation dans la profondeur de la cavité orbitaire. Plus tard, à mesure que

la vie intrà-utérine se rapproche de son terme, l'œil se développe de plus en plus; cependant son développement est beaucoup plus lent et moins apparent que celui des os de la tête. Celle-ci, où se développent plus tard les os de la face, se dessine davantage et fait augmenter l'orbite en profondeur; le bulbe semble s'enfoncer à l'intérieur de la tête. Il est déjà moins saillant bien avant le terme de la vie intrà-utérine. La cavité orbitaire, en train de se développer, et qui contient peu de graisse s'adapte de plus en plus à l'œil; celui-ci se modèle lui-même son orbite (XII. 6-12).

Les yeux sont très-rapprochés l'un de l'autre au commencement de la vie fœtale; les pièces fondamentales de l'appareil olfactif, l'ethmoïde, le vomer, l'os lacrymal et les cornets, n'existent qu'à l'état rudimentaire. En se développant, ces os forment par la suite les fosses nasales, ce qui écarte les orbites, ainsi que les yeux. Il est des cas où l'écartement des orbites, par le développement complet des cavités nasales manque, ou n'est que peu marqué, mais cela arrive rarement. Les anomalies, peu prononcées, de ce genre, sont ordinairement accompagnées d'autres vices de conformation : épicanthus, strabisme convergent, etc. On les rencontre, quoique rarement, chez des enfants nouveau-nés.

C'est aller trop loin que de prétendre que la convergence des yeux soit naturelle chez le fœtus humain, et qu'ils se développent ainsi. Cette supposition n'est pas exacte. La convergence, il est vrai, résulte nécessairement de certains rapports génésiques entre les cavités orbitaires et les yeux chez le fœtus qui se développe, mais elle passe avec une période transitoire de la vie intrà-utérine; elle ne constitue pas un état permanent. Cette convergence des yeux est devenue un type national pour certaines races, par exemple, pour les Indiens Pampas et les Malais. Ils conservent pendant toute leur vie une disposition de l'orbite qui appartient à la vie fœtale, qui se transmet de génération en génération; tandis que chez d'autres, chez les Chinois par exemple, c'est une autre forme

fœtale de l'orbite qui devient permanente : les parties interorbitaires, aussi bien osseuses que tégumentaires, soit seules, soit réunies, sont relativement trop étendues, disposition qui ne devrait exister que transitoirement pendant la vie intrà-utérine. Il en résulte pour la peau un épicanthus congénital, vice de conformation qui doit nous conduire à des recherches plus avancées et plus profondes en ophthalmogénèse.

Développement du tissu adipeux de l'orbite. — En examinant les os de l'orbite au début de leur développement, je trouvai dans la membrane orbitaire (XII. 12) des dépôts isolés de cellules de cartilage, qui se métamorphosaient manifestement plus tard en cellules pleines osseuses, de couleur jaune. L'examen d'une masse rougeâtre, qui existe au troisième mois entre la partie postérieure du bulbe et l'orbite, ne fait découvrir aucune trace du tissu adipeux de l'orbite, dans lequel cependant elle se transforme plus tard, au quatrième ou au cinquième mois. Il se forme en même temps des bandes, parallèles au nerf optique, et qui s'étendent en avant sur la sclérotique bleuâtre, molle et très mince : ce sont les muscles de l'œil. Peu de temps après apparaît une masse gélatineuse qui prend peu à peu, en partie ou en certains endroits, une teinte jaune, et dans laquelle se développent des cellules adipeuses isolées, des grappes de graisse, environ à la fin du quatrième mois ou au commencement du cinquième. Les cellules isolées sont rarement tout à fait remplies de graisse ; elles présentent çà et là des angles : elles ne sont pas toujours rondes, et, en les comprimant sous une plaque de verre, on voit que le contenu d'une cellule adipeuse consiste en de nombreuses gouttelettes de graisse. La membrane externe des cellules adipeuses à cette époque adhère presque toujours intimement aux mailles du tissu cellulaire. La masse adipeuse de l'orbite augmente rapidement, à mesure que le bulbe se développe davantage. Cela se fait au fond de l'orbite, à l'endroit où le nerf optique change son trajet sinueux (V. 16) pour suivre une direction plus rectiligne. Le développement

de la graisse est moins marqué dans la région latérale de l'orbite, où les parois orbitaires, très minces, sont encore très rapprochées de l'œil. L'augmentation du tissu adipeux a lieu à six mois; elle résulte du développement en tous sens des cellules simples. Les os de l'orbite s'écartent davantage du bulbe lorsque commence ce développement plus rapide de la graisse. L'œil devient plus libre dans l'orbite, il n'est plus si étroitement enfermé entre les parois orbitaires. Le changement de forme de l'orbite a lieu à la même époque; d'abord courbée en forme de corne, enveloppant l'œil de près, elle devient plus large, sa direction devient plus droite, tandis qu'auparavant elle était oblique de haut en bas (XII. 13).

Le tissu adipeux de l'orbite est complétement organisé au septième mois de la grossesse. On voit les grappes adipeuses jaunâtres, transparentes, claires, et lorsqu'on les comprime et qu'on les examine au microscope, on s'aperçoit que leur membrane externe laisse échapper des gouttelettes transparentes de graisse. (*Journal illustré de Médecine de Munich*, t. III, fig. 10. Ma dissertation sur l'anatomie pathologique de l'œil humain, p. 151. Munich, 1852, in-8°.)

L'attention de l'observateur devra se porter désormais sur les métamorphoses que subissent dans l'orbite, près de la sclérotique, les muscles et le tissu adipeux. Elles sont très remarquables en ce qui concerne la situation et le développement de la partie postérieure des muscles de l'œil, mais aussi pour la formation et le développement de la graisse de l'orbite. Pendant que la graisse se dépose autour du nerf optique, elle refoule peu à peu les muscles et les écarte du nerf, qui jusque là était sinueux, comprimé, et qui maintenant s'étend davantage. Les muscles prennent aussi une direction plus droite, de sorte que l'accroissement de toutes les parties qui occupent le fond de l'orbite, n'est pas sans influence sur le changement de forme de la cavité optique.

Développement des muscles de l'œil. — Chez l'embryon humain, pendant le cours du troisième mois, les muscles de

l'œil sont indiqués clairement par des bandes fines et distinctes. Ils s'insèrent à la sclérotique tellement en arrière, que les deux tiers antérieurs du bulbe à peu près se trouvent au devant de l'insertion des muscles, et que ceux-ci ne recouvrent que le tiers postérieur de l'œil. Les muscles se confondent en arrière dans une masse commune, comme une espèce de muscle fondamental; ils constituent à la paroi inférieure et postérieure du bulbe un paquet rougeâtre, très adhèrent à l'œil, placé au fond de l'orbite, qui est peu excavé et dirigé obliquement; ils remplissent toute la partie postérieure de la courbe orbitaire qui n'est pas remplie par le bulbe. Ce n'est que plus tard que les muscles se détachent de ce conglomérat et acquièrent des contours plus distincts. L'orbite elle-même renferme dans sa région postérieure la masse rougeâtre dont nous venons de parler, qui s'étend vers la cavité crânienne jusqu'à l'endroit où se développe le sphénoïde, dont la forme à cette époque est celle d'un petit anneau osseux, incomplet, qui repose sur le nerf optique embryonnaire (*fourche orbitaire*, II. 3.).

Les muscles de l'œil, vers le milieu du quatrième mois, quand leur organisation est devenue plus apparente, ont déjà des prolongements tendineux; ils consistent à cette époque en fibres primitives bien développées, qui ont une tendance à se séparer transversalement en fragments, lorsqu'on les comprime. J'ai vu poindre les muscles de l'œil dans l'orbite, avec leur structure fasciculée, dans le fœtus humain déjà au troisième mois, et cela très distinctement. Il est aisé de reconnaître en particulier les rubans minces qui les constituent; j'ai vu plus d'une fois à cette époque le muscle oblique supérieur, et j'ai pu constater sa direction oblique. Lorsque commence le développement de corps osseux dans l'ensemble de l'appareil qui forme le squelette de la face, la trochlée du muscle grand oblique se développe de la même manière que la fourche de l'orbite, c'est-à-dire, par un dépôt de substance osseuse autour du muscle, dépôt qui peu à peu prend la forme

de poulie; celle-ci est intimement attaché dès l'origine à son point connu d'insertion à la partie orbitaire du frontal.

Développement de l'appareil lacrymal. — Les recherches anatomiques sur le développement de l'appareil lacrymal chez le fœtus humain, pendant les trois premiers mois de la grossesse, ne donnent que des résultats négatifs; c'est-à-dire, que je n'ai pas réussi à trouver de traces de ces organes pendant cette période. Au quatrième et au cinquième mois au contraire, on trouve des parties de l'appareil dont le développement est déjà fort avancé. La caroncule lacrymale n'est pas visible avant cette époque; il en est de même des canaux lacrymaux et de la glande lacrymale : celle-ci se dérobe à toutes les recherches. Je n'ai pas réussi à la découvrir malgré un examen très minutieux de l'orbite. Les points lacrymaux ne peuvent pas être distingués aux paupières; il n'existe aucune trace du sac lacrymal ni du canal nasal. La région de la joue est très petite, très courte, car l'os maxillaire supérieur n'est pas formé, il est donc impossible que le canal nasal existe à cette époque.

La région maxillaire attend son développement complet; il en est de même pour les éléments dont l'assemblage forme l'os éthmoïde, de sorte que les pièces distinctes, telles que l'os lacrymal, ne peuvent pas encore être développées. Des coupes pratiquées à la région nasale et à la partie inférieure de l'orbite, en passant par l'endroit du sac lacrymal, m'ont permis de constater deux fois, après quatre mois, l'existence dans cette région d'une petite cavité ronde, membraneuse; je l'ai prise, d'après sa position, pour la partie supérieure du canal nasal membraneux, qui se serait formé par développement interstitiel. Je n'ai cependant pas réussi chaque fois à introduire un crin du sac lacrymal dans le canal nasal. Cela n'est pas possible en effet, puisqu'au début du développement de l'os maxillaire supérieur, qui est alors extrêmement court, la partie supérieure du conduit afférent peut seule exister. Il me paraît très probable que, par suite des progrès du développe-

ment du maxillaire supérieur et de l'éthmoïde, il se dépose des plaques osseuses sur la membrane ostéogène qui enveloppe le canal nasal, notamment dans sa région postérieure, et que c'est ainsi que le canal de dérivation des larmes reçoit son enveloppe osseuse. L'existence d'un tel mode de développement pour le canal lacrymal osseux résulte de mes recherches; il est analogue à ce qui a lieu dans la formation d'organes qui sont logés à l'intérieur du squelette après leur complet développement, mais qui n'ont pas d'enveloppe osseuse au début et n'en reçoivent une que plus tard.

Malgré toutes les peines que je me suis données pour arriver à quelque chose de plus exact, quant à la structure du sac lacrymal et des canaux lacrymaux chez le fœtus humain, je n'ai pas réussi; je puis seulement dire, au sujet de l'histologie de ce système de canaux, que sa structure m'a paru purement cellulaire. Je n'ai pas mieux réussi à m'assurer si son épithéléon est pavimenteux ou vibratile.

La glande lacrymale peut être reconnue dans la seconde moitié du quatrième mois; son mode de développement m'est resté inconnu. Au début de son existence, il est très difficile de l'observer. Je crois l'avoir vue plusieurs fois dans la seconde moitié du quatrième mois, sur des yeux de fœtus humains qui avaient été conservés dans l'acide chromique, sous la forme d'un petit corps aplati placé sur le bulbe embryonnaire, un peu en arrière, et qu'il est très difficile de distinguer de la couche de tissu cellulaire mince qui tapisse en cet endroit l'orbite. Pour voir la glande, j'avais enlevé avec beaucoup de précaution, de la surface du bulbe, la moitié de l'orbite osseux, extrêmement mince, de sorte que le globe oculaire restait en place dans la partie inférieure de cette cavité, et que la couche cellulaire environnante demeurait intacte. La voûte de l'orbite, qui est très mince à cette époque, et qui enveloppe mollement le bulbe, part de la région postérieure de celui-ci; elle n'est pas courbée en avant dans sa partie frontale : il n'existe pas de rebord orbitaire supérieur, et la direction de

la voûte est très oblique, de sorte que la paroi supérieure de l'orbite fait presque partie des os de la face à la région frontale (XII. 6-12). L'orbite, dont le développement est toujours en rapport avec celui du bulbe, est très peu profond à cette époque, car le bulbe lui-même a la forme d'un disque. Cette disposition de l'orbite semblerait rendre très probable la supposition que la glande lacrymale se formerait par une dépression des tissus, comme les follicules palpébraux ciliaires. Cependant il n'en est pas ainsi. L'organisation de la glande lacrymale n'est pas assez simple pour être mise sur le même rang que les follicules ciliaires, en fait de développement. Elle se forme très probablement comme le pancréas et les glandes de Méïbomius, au moyen d'éléments propres et d'un mode spécial de développement, et non pas par la dépression de l'enveloppe générale de l'embryon.

Troisième Partie.

I

De quelques lois morphologiques de l'œil chez le fœtus humain.

Le développement de l'œil se fait de dedans en dehors. Le noyau se forme d'abord, puis l'enveloppe. Le noyau est une partie du cerveau, c'est la rétine embryonnaire. Elle se sépare pour quelque temps du cerveau, reçoit autour d'elle et dans son intérieur les parties transparentes et opaques de l'œil : le cristallin, le corps vitré et la choroïde; elle se réunit alors de nouveau au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique. Puis se développent les vaisseaux et les nerfs des différents tissus de l'œil; les organes du mouvement et de protection, les muscles, les orbites et les paupières, se développent à leur tour; l'appareil lacrymal complète le tout. Quels sont les moyens que la nature emploie pour créer cet ensemble? les plus simples! Ce sont la lamellisation, la division et le plissement.

La division ou fente permet d'ajouter au noyau de l'œil les autres organes et leurs vaisseaux, et le met en communication avec le cerveau. La lamellisation détermine l'apparition d'éléments nouveaux à l'intérieur de l'œil; le plissement est le moyen choisi par la nature pour créer des organes importants de nutrition et des organes délicats de mouvement. Ces propositions sont développées dans les pages suivantes, qui contiennent une revue concise de ces actes ophthalmogéniques. Mais nous devons auparavant nous occuper des changements de position de l'œil du fœtus, qui ont de nombreux rapports avec les métamorphoses fœtales.

Changements de position de l'œil du fœtus (pl. I. Fig. 6-17). — L'œil subit plusieurs changements de position pendant la vie intrà-utérine de l'embryon. Ils sont moins apparents pour un œil que lorsqu'on considère les rapports des deux yeux entre eux. Les yeux chez les fœtus divergent fortement au commencement (*situs divergens*), ils se rapprochent plus tard beaucoup (*situs convergens*), et finissent par s'écarter de nouveau, en conservant alors une direction parallèle des axes. Un bulbe, considéré isolément, change de direction dans ces divers cas; il se dirige obliquement en dedans, puis il reprend sa direction verticale primitive. Cela se constate très exactement par l'observation des changements qui surviennent dans la direction de la fente palpébrale. Les changements de position du bulbe fœtal, ne sont pas spontanés ni indépendants des organes qui l'entourent; ils se font en rapport avec les parties voisines et par leur intermédiaire. Le bulbe fœtal, étroitement environné de bonne heure par la voûte orbitaire, change souvent de position à cause de l'orbite, qui, résultant de formations et de réunions osseuses multiples, change très souvent elle-même de forme. Les changements de direction dépendent aussi des modifications que subit la forme du bulbe lui-même, et qui résultent en partie de l'oblitération de la fente fœtale, en partie de l'insertion du nerf optique, enfin de l'insertion des muscles et de leur action. A la rigueur,

on ne peut pas appeler ces changements de direction, qui appartiennent à l'état fœtal et qui résultent des progrès du développement du bulbe et de ses annexes, rotations fœtales de l'axe de l'œil. Ce sont des changements de position amenés nécessairement par le développement de la tête dans les régions orbitale, frontale et nasale, et par le développement du bulbe lui-même.

Changements de forme de l'œil du fœtus (pl. I-III). — Quand on examine sous le rapport anatomique la série de modifications que subit la forme de l'œil pendant la vie fœtale, on arrive bien vite à conclure que les métamorphoses de l'œil du fœtus ne sont pas l'œuvre du hasard, mais qu'il faut les considérer comme l'expression nécessaire de modifications des parties organiques profondes. A ce sujet il faut tenir compte des résultats suivants, donnés par les observations.

1° On remarque quelquefois, au commencement de la vie fœtale, lorsque la fente de l'œil existe encore, une forme spéciale du bulbe, anguleuse en arrière. Cette forme transitoire est de très peu de durée et exceptionnelle.

2° L'œil a ordinairement la forme d'un disque ou d'un bouton au commencement de la vie fœtale. Alors il n'a qu'une seule chambre. Le cristallin la remplit presque tout entière; il touche en avant la face interne de la cornée, en arrière la face antérieure de la rétine; le corps vitré, aplati sous forme de membrane, est placé latéralement par rapport au cristallin. L'aplatissement de l'œil chez le fœtus humain existe pendant les deux premiers mois de l'ophthalmogénèse et se prolonge quelque temps au delà.

3. L'œil se développe suivant son diamètre longitudinal; cependant il a une forme plutôt large qu'oblongue. La cornée se soulève et le pourtour de la sclérotique s'allonge. Les procès ciliaires existent, l'iris s'est développé après eux. L'hyaloïde s'est soudée dans l'étendue de sa gouttière (canal hyaloïde), au fond du bulbe; elle devient le corps vitré, qui prend une forme globuleuse à sa région postérieure. Cette

forme fœtale de l'œil survient pendant le troisième et le quatrième mois de la vie intrà-utérine; elle persiste parfois jusqu'au cinquième.

4. L'œil s'est allongé, sa forme est devenue plus oblongue; elle le paraît encore plus à cause de la protubérance de la sclérotique qui est en voie de formation. La cornée se bombe par suite du développement du tenseur de la choroïde. L'iris se développe davantage, la chambre antérieure est formée. Les dimensions du corps vitré augmentent à sa région postérieure; il est devenu plus volumineux que le cristallin, sa convexité a augmenté en tous sens. Les plis nombreux de la rétine s'effacent.

5. L'œil paraît plus large que dans la forme précédente, son diamètre antéro-postérieur a diminué. La protubérance de la sclérotique disparaît, et par suite l'endroit de l'insertion du nerf optique semble avoir changé de direction. La cornée est moins bombée, mais elle est plus large. Le corps vitré augmente en dimension en arrière et latéralement. La rétine suit le corps vitré dans son extension et dans son développement.

6. L'œil du fœtus n'a pas changé de forme, mais il est devenu plus grand. Tous les organes internes, surtout le cristallin et le corps vitré, s'accroissent, tandis que la rétine s'amincit, s'aplatit et s'étend en surface.

Lamellisation (pl. IV-V). — Beaucoup d'embryologues ont expliqué la formation de plusieurs parties de l'œil ou de ses annexes, la capsule, la glande lacrymale, le sac lacrymal, par des dépressions de la membrane commune d'enveloppe; mes observations, au contraire, m'ont conduit à adopter dans mon exposition de l'ophthalmogénèse humaine, l'opinion que beaucoup de parties de l'œil doivent leur origine première à une lamellisation interstitielle. C'est ainsi que j'ai expliqué le développement de la capsule du cristallin, et je crois que d'autres organes encore, par exemple le canal nasal, naissent de la même ma-

nière. La lamellisation consiste dans la division de certains tissus, recouverts par la membrane fœtale commune, en plusieurs couches qui sont séparées d'abord les unes des autres par des intervalles simples, mais qui se tranforment plus tard en cavités grandes ou petites. Lorsque ces cavités restent closes, elles se recouvrent d'épithéléon à leur surface interne (matière d'une organisation nouvelle); elles sont tapissées d'un épithéléon vibratile, quand elles s'ouvrent pour devenir des canaux afférents. A la dernière catégorie appartiennent les organes sécréteurs des larmes, situés à la partie supérieure de l'orbite, ceux qui conduisent les larmes de la fente palpébrale par le maxillaire supérieur, et dont les parties molles se forment avant que le tissu osseux les enveloppe. Il s'organise plus tard autour de leur trame membraneuse une coque osseuse, de même qu'autour de l'œil se développe l'orbite. Cette coque est d'abord très mince; plus tard elle se recouvre de corps osseux. Ainsi se forme le canal nasal à l'intérieur de l'os maxillaire, à une époque où cet os est encore à l'état membraneux et plus mince que le canal nasal membraneux lui-même. La membrane ostéogène enveloppe les parties molles et s'incruste de cellules osseuses.

Fente fœtale de l'œil (*hiatus fœtalis*) (pl. II-III). — L'œil se forme, par rapport à ses diverses membranes, de la même manière que le canal de la moelle épinière. Il ne s'obture en bas qu'au bout d'un certain temps; il en est de même pour l'œil. L'organe visuel, comme le canal de la moelle, consiste d'abord en une gouttière allongée qui se transforme en canal, et enfin en un globe qui pendant quelque temps présente une fente, c'est-à-dire que les membranes qui se forment ne sont pas encore parfaitement soudées entre elles.

L'œil du fœtus doit avoir cette fente, car la portion des masses nerveuses centrales contenues dans l'appareil de la vision, la rétine, autour de laquelle se déposent les membranes oculaires, doit se mettre en communication avec le cerveau

par l'intermédiaire du nerf optique, et cela ne peut se faire qu'à la condition que le nerf traverse les membranes en passant par la fente fœtale (l'endroit où les membranes ne sont pas encore soudées, l'hiatus) et s'unisse à la rétine. Examinons de plus près comment la fente se comporte : la fente oculaire fœtale chez les oiseaux, les mammifères et chez l'homme, est une forme embryonnaire dépendant de la réunion incomplète du bord des trois membranes oculaires primaires, qui s'enroulent pour former l'œil. Sa direction est antéro-postérieure ; elle s'étend de l'insertion du nerf optique vers la cornée ; elle intéresse ordinairement la moitié inférieure de la sclérotique, de la choroïde et de la rétine. Cette fente est assez largement ouverte au début du développement de l'œil ; elle se rétrécit lorsque le bulbe commence à s'arrondir. Les bords de l'hiatus s'unissent d'abord, en règle générale, dans sa région inférieure, de sorte que, pendant une certaine période de temps, la fente, qui était complète auparavant, est interrompue par une espèce de raphé. La fente antérieure est ordinairement plus petite à cette époque que la postérieure. La soudure des bords progresse rapidement dans la région antérieure de l'hiatus oculaire ; elle ne tarde pas à se faire aussi à l'extrémité antérieure, au corps ciliaire, dans une étendue limitée, de manière qu'il reste au delà de cette soudure tout à fait antérieure, entre les replis ciliaires, une petite fente. Ce mode de réunion des bords de l'hiatus est important à noter. A la fente postérieure ou scléroticale, la soudure se fait à partir de l'ouverture centrale arrondie vers l'extrémité postérieure de l'hiatus ; sa marche est beaucoup plus lente. La fente postérieure reste longtemps assez large ; son oblitération se fait d'avant en arrière à sa partie inférieure, et non pas dans le sens inverse ; elle présente longtemps une grande ouverture allongée, dont l'extrémité supérieure est arrondie ou aiguë : la nature emploie ce moyen pour réunir le nerf optique au pôle postérieur de l'œil. Cette fente diminue peu à peu ; cependant elle garde une certaine largeur pendant quelque temps : à proprement parler,

elle ne disparaît même pas complétement, puisqu'elle intervient dans la formation du peigne chez les oiseaux. Le raphé, que l'on voit d'abord sur les trois membranes primaires de l'œil, la sclérotique, la choroïde et la rétine, disparaît le plus souvent tout à fait : ordinairement on n'en retrouve plus de traces; mais chez les oiseaux il persiste normalement en plusieurs endroits.

L'oblitération de la fente se fait en même temps pour les trois membranes: cela m'a paru être la règle. Cependant, en examinant ces membranes peu de temps après la réunion, j'ai vu aussi qu'une membrane recouvrant un raphé nouvellement formé, conservait quelque temps un hiatus plus ou moins large; que la choroïde, par exemple, était encore fendue lorsque la sclérotique était déjà soudée. J'ai observé la même marche dans l'oblitération de la fente fœtale sur des yeux de mammifères, chez le chien, le mouton et le chat. Nos investigations toutefois n'ont pas pu être faites aussi régulièrement que sur les oiseaux, elles ne se suivaient pas aussi exactement; mais elles ont été répétées si souvent, que je puis donner une suite de dessins reproduisant avec la plus grande netteté cette phase du développement. Je puis dire la même chose relativement aux résultats de mes recherches sur l'œil du fœtus humain.

Non-seulement la fente fœtale se rétrécit, mais sa direction rectiligne et primitive est remplacée par une direction courbe latéralement, ainsi qu'on peut très bien le constater sur l'œil des embryons d'oiseaux (II. 20-22-24). Ces déviations latérales se remarquent le plus souvent à l'endroit où le bulbe présente le plus de convexité : d'abord sur la sclérotique dont la surface n'est pas cachée, puis sur la choroïde et la rétine. Une particularité que présente l'oblitération de la fente fœtale, c'est le développement de bosselures saillantes qui ne se forment pas cependant dans toute l'étendue de l'hiatus, mais à certains endroits, et le plus souvent sur la sclérotique. Ce phénomène influence ultérieurement la choroïde et la rétine, qui ordinai-

rement s'amincissent et s'étendent dans les points correspondants aux bosselures. Une telle saillie se forme le plus souvent sur les bords de la fente postérieure de la sclérotique. C'est ainsi que naît la protubérance postérieure de cette dernière, que j'ai décrite depuis des années. La même chose a lieu, mais plus rarement, à l'extrémité de la fente antérieure de la sclérotique, au-dessous de la cornée, (protuberance antérieure de la sclérotique). La cause de cette formation anormale est l'union des bords de la fente par une membrane intermédiaire mince, et non pas par la juxtaposition et la soudure directe de ces bords entre eux (raphé). La membrane intermédiaire est très mince, mais devient peu à peu plus épaisse (III. 4-11-15).

On trouve de ces membranes intermédiaires qui relient les bords de la fente fœtale non-seulement à la sclérotique, mais aussi à la choroïde et à l'iris. Je l'ai trouvée à la choroïde, (Nouvelles recherches sur les anomalies congénitales de l'iris, du corps ciliaire et de la choroïde (XIII, 6-7.) *Journal de médecine illustré de Munich,* tome I, p. 3. Munich, 1852) on l'avait déjà reconnue et décrite antérieurement comme un tissu interposé entre les bords du coloboma de l'iris et affectant les formes les plus variées. Elle n'a pas encore été examinée au microscope, et son histologie n'a pas été déterminée.

Une autre variété de l'oblitération de la fente fœtale consiste en ce que les bords de la fente non-seulement se rapprochent et s'unissent pas une soudure organique, mais qu'en s'unissant ils se replient en dedans, de manière à former un sillon longitudinal à l'extérieur de l'œil, et une crête à l'intérieur de cet organe. Ce mode d'oblitération est celui qu'on observe habituellement pour la fente fœtale de la rétine. On rencontre par suite constamment, peu de temps après l'oblitération, à la face interne de la rétine, un raphé saillant, et à sa face externe une dépression linéaire qui repond à la saillie interne; cette disposition est très apparente sur des coupes faites

aux endroits appropriés. Cependant ce caractère particulier de la soudure de la fente rétinienne s'efface tout à fait plus tard; dans la plupart des cas, le raphé saillant et le sillon longitudinal disparaissent l'un et l'autre plus ou moins complétement. La fente fœtale de la choroïde présente exceptionnellement chez l'homme quelque chose d'analogue; mais quand cela arrive, le raphé et le sillon ne tardent pas à faire place à une réunion linéaire simple qui reste peu de temps distincte et qui disparaît sans presque laisser de traces. La fente fœtale de la sclérotique se réunit quelquefois de la même manière, mais je n'ai rencontré ce cas que très rarement, et non pas sur des yeux de fœtus, qui n'étaient pas complétement développés encore, mais sur des yeux d'adultes, chez lesquels cette réunion des bords de la fente scléroticale avait persisté comme un vice de développement, et se compliquait d'autres anomalies. Ce mode d'oblitération de la fente scléroticale est toujours accompagné d'autres vices de développement.

Il n'est pas aussi rare que la fente fœtale de l'œil se soude complétement, à l'exception d'un petit espace. Cet endroit très limité de la fente resté ouvert, se trouve situé, dans la plupart des cas, à la partie antérieure de la fente scléroticale, c'est-à-dire dans l'espace compris entre le milieu de la sclérotique et les procès ciliaires. On ne rencontre presque jamais ce pertuis dans la moitié postérieure de la fente, depuis le milieu de la sclérotique jusqu'à l'insertion du nerf optique. Cette ouverture est souvent tellement petite, qu'au premier abord elle échappe à l'observateur, et qu'il faut beaucoup d'attention pour la découvrir. La réunion des bords de la fente des différentes membranes se fait ordinairement si délicatement, et elle est si exacte, que toute trace d'hiatus a disparu lorsque l'œil est complétement formé. Cependant il sera facile, pour celui qui s'est beaucoup occupé de l'anatomie et du développement de l'œil, de trouver sur la sclérotique, la rétine et la choroïde, même dans la couronne formée par les procès ciliaires (d'après Arlt), des vestiges et même des restes

assez grands de la fente primitive, là où celui qui n'est pas initié ne verra plus rien de ce genre.

Un phénomène très remarquable, c'est l'existence d'une fente fœtale double. (III. 1. 2). Elle n'a été observée que très rarement. Je l'ai vue deux fois à l'œil d'embryons de poulets, une fois chez un fœtus de mouton. Ce dernier cas est représenté (III. 9) et rapporté dans l'explication de cette planche. Au mois de mai 1837, je remarquai sur un embryon de poulet d'environ quatre jours, outre la fente ordinaire de la choroïde, s'étendant d'arrière en avant depuis la limite antérieure de la choroïde jusqu'à l'insertion du nerf optique, une seconde fente plus petite qui s'étendait de la limite antérieure de la choroïde vers le côté interne de l'œil. Une autre fois, au mois de juin de la même année, poursuivant mes recherches embryogéniques, j'observai sur l'œil d'un embryon de poulet de même âge que le précédent, une cicatrice à la choroïde, opposée à la fente choroïdienne normale, et une seconde fente à côté de la première. Dans ce dernier cas, la fente secondaire était située extérieurement (IV. 1-2.). Cette observation parut neuve quand je l'utilisai pour expliquer le coloboma latéral; le docteur Warnatz avait observé la même chose à la même époque. (*Journal de médecine, de chirurgie et de d'ophthalmologie* de Von Ammon, tome III, p. 534, Leipzig.) Cependant cette particularité avait déjà été constatée antérieurement, comme l'a fait observer le docteur Fichte, sur des yeux de reptiles, par Emmert, qui en avait donné des figures. (*Archives de physiologie de Reil et Autenrieth*, tome X, p. 84. Recherches sur le développement de l'œuf des lézards, par Emmert et Hochstetter, professeur à Berne). Ce fait remarquable en embryogénie, d'une double fente fœtale de l'œil, est encore trop peu connu pour qu'on puisse lui donner une signification physiologique précise.

Plis. — Plissement (pl. III-VI). — La pression qu'exerce sur les parties voisines, incomplétement développées et molles, un élément de l'œil parvenu au terme de

son évolution, intervient-elle en ophthalmogénèse? Cette question doit venir à l'esprit de tous ceux qui étudient l'histoire du développement de l'œil. Qui ne songerait, par exemple, à la possibilité d'une pression de la part des procès ciliaires sur la marge ciliaire du corps vitré, par laquelle la figure des premiers, déjà complétement développés et doués d'une certaine consistance, s'imprimerait sur la masse molle et plastique du second? Qui ne songerait à la pression, en étudiant les rapports qui existent pendant la vie fœtale entre la rétine et le corps vitré? Mais des recherches plus exactes et plus approfondies sur l'ophthalmogénèse convaincront l'observateur judicieux que la pression ne peut pas intervenir dans le développement de l'œil. Ce n'est pas la pression, agissant comme une force purement mécanique, qui se transmet d'un organe de l'œil arrivé à l'état parfait à un organe imparfait, à la couronne ciliaire, par exemple, c'est l'acte fœtal continu du plissement qui agit d'une manière continue ou à des intervalles très-rapprochés, selon une certaine direction, dans l'œil par exemple immédiatement derrière le bord de la sclérotique, à travers la choroïde, en modifiant l'hyaloïde et la rétine. C'est une chose remarquable que l'application par la nature de ce mode si simple de développement à la production d'actes très importants de l'évolution des organes, notamment pendant les premiers stades de l'ophthalmogénèse (Huschke, dans le *J. d'Ophth.*, de Von Ammon, t. III, p. 5); car la nature prépare dans la formation de l'œil humain les phases les plus importantes du développement à une époque très peu avancée.

Nous avons attribué au plissement le commencement de la séparation histologique de la sclérotique et de la cornée, se faisant aux dépens de la membrane commune d'enveloppe (III. 13). Nous avons vu que la formation si curieuse des procès ciliaires résulte du simple plissement du bord de la choroïde (III. 5-6), qu'une métamorphose importante du corps vitré s'opère par le plissement de sa région ciliaire fœtale (VI. 2), que le canal de Petit se forme par le plisse-

ment de l'hyaloïde (VI. 15), enfin que c'est par des plis que commence le développement de l'organe le plus délicat, la couronne ciliaire. Les conduits lacrymaux naissent par plissement, car ce sont d'abord des gouttières qui se transforment plus tard en canaux comme les vaisseaux. Le plissement joue un grand rôle, bien qu'il ne soit pas encore expliqué, dans l'histoire du développement de la rétine. Dans le développement du corps vitré, la formation de replis et leur effacement permettent à cet organe de conserver toujours sa forme sphérique (VI. 3-4).

Le plissement a lieu aux membranes, à leur marge, et aussi au milieu du tissu. Les plis se forment-ils sur le bord d'une membrane, elle présente à son extrémité de petites incurvations qui ont toutes la même largeur et la même longueur. Elles sont si petites et si délicates, qu'on les prend à l'œil nu pour de simples points; ce n'est qu'à la loupe qu'elles apparaissent comme des commencements de replis. Ces incurvations s'étendent rapidement de la marge vers les parties profondes de la membrane, et se transforment en replis, c'est-à-dire que la surface membraneuse primitivement lisse, présente alternativement des saillies et des dépressions, qui sont tantôt plus longues, tantôt plus courtes. Ce plissement diminue l'étendue qu'avait d'abord la marge de la membrane. Les organes où se forment des replis modifient aussi leur forme; c'est ainsi que la marge ciliaire de la choroïde fœtale devient plus étroite, le corps vitré, d'abord large et aplati, s'allonge et présente un col (VI. 2). Par le plissement, une nouvelle vie est donnée en outre aux marges des membranes. C'est ce que l'on constate d'une manière très évidente pour la marge ciliaire fœtale de la choroïde, où se développent les procès ciliaires; il en est de même pour la marge ciliaire de l'hyaloïde, où la couronne ciliaire commence aussitôt à se développer.

De la formation des replis, qui sont ordinairement un peu obliques à la marge d'une membrane, il résulte le plus sou-

vent une augmentation en longueur, car du sommet de ces replis obliques naissent de petits prolongements, je pourrais dire des languettes, qui sont soumis à un développement ultérieur, et qui contribuent à compléter les organes les plus délicats de l'œil : c'est ainsi que des replis de la marge ciliaire de l'hyaloïde se métamorphosent dans des filaments ténus de la couronne ciliaire (VI. 12). Les replis déterminent aussi un changement de coloration pour les marges des membranes minces. Les membranes transparentes deviennent opaques et bleuâtres, quelquefois gris-noirâtres dans l'espace plissé. Cela se voit distinctement pendant le plissement de la marge de l'hyaloïde; chaque incurvation produit déjà sur le corps vitré une ombre, et par suite l'obscurcité : il ne faut pas même songer au plissement, qui agit avec bien plus d'intensité. L'examen microscopique de tels replis, lorsqu'ils ont été dépliés et étalés, ne montre aucune trace de matière sécrétée, au commencement de leur existence. Lorsqu'ils existent déjà depuis quelque temps, on voit à l'intérieur des molécules pigmentaires en plus ou moins grande quantité. Ce dépôt noir est cause qu'à l'œil nu on ne reconnaît pas les plis, mais seulement le pigment sous forme de points noirs. Les plis qui existent à la marge des organes membraneux se terminent par des extrémités arrondies, les procès ciliaires par exemple, et ils offrent alors un point d'appui à d'autres organes, à l'iris par exemple; ou bien ils s'effilent et se transforment en de nouveaux éléments, comme cela a lieu pour la couronne ciliaire. Leur but est de déterminer des changements de forme, de diminuer ou d'arrondir certains organes. De tels replis sont permanents. Il y a aussi des replis transitoires, dépendant de l'état embryonnaire. Ceux-là existent dès l'origine de beaucoup d'organes membraneux; ils persistent quelque temps, puis disparaissent pour toujours. Ils servent à fournir des matériaux pour le développement de petits organes à peine ébauchés, à les étendre et à les arrondir. Nous voyons de ces replis transitoires sur l'hyaloïde du corps vitré et sur la rétine. Ils dispa-

raissent de la surface de ces organes à mesure que ceux-ci s'approchent du degré de développement qui constitue leur état définitif.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I, FIGURES 1-20.

Formation et position de l'œil du fœtus. — Cette planche donne, en une série nombreuse de figures, l'histoire du premier développement de l'œil et des formes sous lesquelles il se manifeste.

1. Embryon humain très-jeune. — On voit à l'extrémité supérieure l'ampoule cérébrale, avant qu'elle se divise : elle n'offre aucunes traces d'un commencement de développement des yeux, même quand on l'examine très minutieusement à l'aide d'une forte loupe.

2. Premiers indices de l'œil du fœtus humain, côté droit. — Ils consistent en un anneau de couleur foncée, de forme irrégulière, qui n'est pas complet en bas. Cette figure est fortement grossie.

3. Exemple analogue de développement primitif de l'œil d'un fœtus humain, côté droit.— Le cercle oculaire est plus prononcé, sa circonférence est irrégulière, la place de l'œil est aplatie. L'anneau n'est pas entièrement fermé, sa fente est petite. Il est formé par le bord antérieur de la choroïde, et non pas par l'iris, comme on a l'a souvent prétendu, qui se dessine à travers l'enveloppe cutanée du fœtus, devenant en cet endroit membrane externe de l'œil. — Dessin fait à la loupe.

4. Premiers éléments de l'œil dans un fœtus humain. — On voit un anneau allongé, ouvert en bas; c'est le bord de la choroïde fœtale. La place de l'œil est un peu élevée. Cette figure est dessinée à la loupe, mais à un faible grossissement. La forme de l'œil, au début, est souvent plutôt ovale que ronde ; c'est le cas pour la figure représentée.

5. Un œil de fœtus humain assez développé pour que l'anneau choroïdien soit fermé. — Le bulbe est plus gros en haut, plus mince en bas ; à sa région supérieure, il s'est soulevé en entraînant avec lui la membrane d'enveloppe ; il paraît bombé en cet endroit. Sa partie supérieure déborde, en forme de bouton, la partie inférieure. L'orbite n'existe pas encore. — Figure dessinée à la loupe.

6. Tête de fœtus grossie environ quatre fois. — Les yeux sont très-écartés l'un de l'autre ; le cercle de la choroïde n'est pas complet, il est interrompu par la fente fœtale. La region médiane de la face n'est pas encore formée ; il n'existe encore là qu'une cavité faciale, pas de trace des paupières. La région oculaire est très plate.

7. Figure analogue, grossie, d'un œil de fœtus humain un peu plus développé.— Les yeux sont encore très éloignés l'un de l'autre, ils prendront plus tard une direction plus convergente. L'anneau choroïdien est complet. Pas de traces de paupières. Le développement de la région faciale moyenne a commencé; la cavité qui existait en cet endroit est fermée.

8. *a*. Premiers indices de la formation de la paupière inférieure, qui devance ordinairement la supérieure. — OEil humain, du côté droit, à une époque très peu avancée du développement, probablement d'un embryon de deux mois. Il est représenté grossi à la loupe simple. L'œil est peu saillant, uni en haut à la membrane cutanée commune, sans qu'on puisse distinguer de traces d'une paupière supérieure. Il paraît clair, mais on ne voit pas s'élever de cornée comme organe distinct. Le tout est terne, comme effacé, pas encore transparent. On remarque vers le bas un repli demi-circulaire dont le bord convexe regarde en bas ; le bord concave est tourné en haut et vers le bulbe. A l'intérieur de l'œil apparaît un cercle noirâtre, placé obliquement, ouvert en bas ; le bord de la choroïde fœtale. (Voyez pl. III, fig. 8 *b*). Le repli inférieur est la paupière inférieure qui se forme par un pli simple de la peau de la face.

8. *b*. Commencement du développement de la paupière supérieure chez un fœtus au début du troisième mois. — Les proportions sont les mêmes que pour la figure précédente.

9. Région oculaire d'un fœtus au commencement du troisième mois, fortement grossie. — Les yeux divergent en dehors; ils sont entourés d'un double repli cutané béant, les rudiments des futures paupières. Les replis palpébraux supérieurs et inférieurs sont déjà réunis aux angles.

10. Un œil de fœtus humain, grandeur naturelle, dont le développement est déjà

plus avancé. — Les bords des paupières, qui sont encore très-courtes, ne se touchent pas ; on voit distinctement le bulbe oculaire au fond de la fente palpébrale.

11. OEil de fœtus humain du côté droit; les paupières se touchent par leurs bords, elles recouvrent le bulbe. — Il n'existe pas encore de cartilage tarse, ni de glandes de Zeis ni de Méïbomius. Cette figure est dessinée plus grande que nature.

12. Figure, grandeur naturelle, d'un œil humain à quatre mois. — Il offre cette particularité que les paupières closes et leur fente fermée ne sont pas placées au-devant des yeux, mais que ceux-ci, divergeant en dehors, se trouvent en dehors de la fente palpébrale, à moitié cachées par l'angle palpébral externe.

13. Face de fœtus humain à quatre mois, grandeur naturelle. — On distingue les paupières déjà développées, qui se touchent par leurs bords et qui sont, par conséquent, encore closes. La région nasale est large ; elle s'est soulevée C'est à cette époque que se forment le canal nasal et les points lacrymaux. A l'angle interne de l'œil existe un repli cutané qui vient de la paupière supérieure; il est plus développé à l'œil gauche qu'à l'œil droit. Ce repli croît de la partie supérieure de la paupière. C'est alors que peut se développer l'épicanthus congénital.

Les figures 14-20 représentent des sections horizontales de têtes de fœtus humains du deuxième jusqu'au cinquième mois environ de la grossesse. Elles sont dessinées de grandeur naturelle, et elles ont été faites d'après des préparations à l'acide chromique. Ces dessins donnent un aperçu très-instructif des changements de forme et de position que l'œil subit durant cette période. L'explication des diverses figures éclaircira le reste.

14. Coupe horizontale d'une tête de fœtus humain vers le commencement du troisième mois. — La section passe par le milieu de la tête et les yeux : ceux-ci sont représentés grossis, fig. 18, tandis que la fig. 14 est de grandeur naturelle. Les yeux sont placés latéralement, leur forme est aplatie, plutôt large que longue. Les nerfs optiques sont tendus ; ils représentent des canaux et des sillons, forme importante dans l'histoire de leur développement.

15. Coupe horizontale d'une tête de fœtus avant la fin du troisième mois. — Les yeux sont placés plus de côté encore qu'auparavant ; leur forme est plus allongée, ce qui fait saillir en dehors la protubérance scléroticale ; on la voit distinctement à la région externe de la sclérotique.

16. Coupe d'une tête de fœtus vers la fin du troisième mois de la grossesse. — La forme et la position des yeux ont changé encore. Le développement de l'orbite est plus avancé.

17. Coupe de la tête du fœtus à une période plus avancée de la grossesse. — La section a été faite plus bas, elle intéresse les bulbes oculaires au-dessous de l'insertion des nerfs optiques. La forme des yeux est plus allongée. On voit à l'intérieur la section du cristallin. Les hyaloïdes sont rapprochées des parois ; elles recouvrent la face interne de la rétine.

18. Figure grossie de la préparation représentée de grandeur naturelle, fig. 14.

19. Coupe de la tête d'un embryon à la fin du troisième mois, la section passant au-dessous des nerfs optiques. La forme des yeux paraît encore modifiée, à une observation attentive; ils ont gagné selon leur diamètre transversal et la cornée paraît aplatie. On voit la section du corps vitré et du cristallin de chaque côté.

20. Partie antérieure de la section horizontale d'une tête de fœtus à quatre mois et demi, grandeur naturelle. On a enlevé le cerveau et la paroi osseuse supérieure de l'orbite, de manière que les bulbes optiques sont visibles dans leur position naturelle. — Entre les bulbes se trouvent l'ethmoïde, une partie de l'os frontal et l'apophyse crista galli ; vers la cavité crânienne, la selle turcique. L'œil gauche est représenté débarrassé de ses muscles et de la graisse orbitaire. Le nerf optique, proportionnellement très-mince, peu courbé, se rend à la région postérieure de la sclérotique ; à gauche, la protubérance scléroticale, qui s'est déjà aplatie ; en avant, la cornée. La forme du bulbe est manifestement fœtale d'après ses diamètres et ses contours. Le bulbe droit est enveloppé de ses muscles, les parties osseuses de l'orbite sont enlevées ; on distingue les muscles droits supérieur et interne et une partie du droit externe. La forme de l'orbite, dont les parois sont enlevées, mais qui est représentée par son contenu, est recourbée comme une corne ; il est manifeste qu'à cette époque l'orbite n'est pas droit comme chez l'enfant nouveau-né ; le redressement s'opère plus tard par le développement latéral du sphénoïde et de l'ethmoïde. (Planche XII, dernière figure.)

PLANCHE II, FIGURES 1-24.

Fente oculaire fœtale. — La deuxième et la troisième planches renferment des figures représentant la fente fœtale de l'œil, son origine, sa durée, sa disposition par soudure de la sclérotique et de la gaine du nerf optique.

1. Coupe fortement grossie d'un œil de fœtus de mouton, durci dans l'acide chromique, au début de la gestation, lorsque la vésicule optique se montre comme une

saillie latérale de l'ampoule cérébrale et communique avec celle-ci. — La vésicule optique (*a*) est en communication directe avec l'ampoule cérébrale (*b*); elle n'en est pas tout à fait distincte, mais les deux vésicules sont accolées. On ne distingue pas encore d'organes internes de l'œil; les deux vésicules sont remplies du liquide cérébral du fœtus.

2 et 3. La communication entre l'ampoule cérébrale (2) et la vésicule optique (1) déjà plus développée, a diminué. Elles ne sont plus en rapport que par un prolongement en forme de gouttière qui se transforme plus tard en nerf optique. Cet étranglement s'opère au-dessous d'une petite plaque osseuse en forme de fourche (*furca orbitalis*) (3) qui se trouve entre le bulbe et l'ampoule cérébrale, et qui fait partie des os de l'orbite en voie de développement. Le nerf optique commence donc à se développer en même temps que l'orbite. L'origine de celui-ci, c'est cette petite plaque osseuse fourchue qui concourt à séparer la vésicule optique de l'encéphale. (Voyez le chapitre qui traite du développement de l'orbite et la planche XII.)

Les figures 4, 5 et 6 donnent les contours, mesurés très exactement au compas, d'yeux de fœtus humains au troisième (4), au quatrième (5) et au cinquième (6) mois de la grossesse, d'après leurs diverses formes et leur grandeur.

Les figures 7, 8, 9 et 10 représentent des têtes d'embryons d'oiseau (10), de quadrupèdes (7, 8) et de tortue (9). Elles sont reproduites ici pour faire voir les différentes directions que peut prendre la fente choroïdienne de l'œil du fœtus au début de la gestation, directions qui dépendent des positions différentes qu'affecte l'œil à cette époque. La fente fœtale est horizontale fig. 7 elle est oblique en dedans et en bas, fig. 8, presque perpendiculaire en bas, fig. 9; dans la fig. 10, elle est déjà dirigée en arrière et en dehors.

Les figures suivantes, de 11 à 24, démontrent l'histoire de la fente fœtale de l'œil, son origine et sa disposition. On ne peut l'observer d'une manière complète que chez des embryons de poulets. Aux yeux de fœtus humains on n'en retrouve que des traces isolées; il faut réunir ces observations éparses à celles que l'on fait successivement sur des embryons de poulets, pour arriver à un ensemble génésique complet. Les figures 11 à 24 présentent une série d'yeux d'embryons de poulets, où l'on a représenté, d'après des observations très-exactes faites sur des œufs couvés, les transformations de la fente oculaire du fœtus; les figures sont fortement grossies.

11 et 12. La figure 11 représente l'œil d'un embryon de poulet âgé de quelques jours, vu de face.— Sa partie supérieure est plus large que l'inférieure; elle déborde celle-ci : elle est plus élevée, plus bombée; l'autre est plus plate. On voit la fente de la sclérotique, qui part du bord inférieur de la cornée, se porte en bas et en arrière, en ligne droite, jusqu'au centre de la paroi postérieure du bulbe (12). La fente se termine là en se déviant un peu à droite.

13 et 14. L'œil est plus avancé dans son développement; sa moitié inférieure est aussi saillante que la supérieure. — La fente de la sclérotique est un peu rétrécie à la face antérieure du bulbe et en bas (13); en arrière, elle a gardé ses dimensions, mais elle est devenue oblique, ce qui indique un déplacement de l'enveloppe de l'œil dans les diverses régions de celui-ci, et, par suite, un changement dans sa forme.

15 et 16. La suite des métamorphoses de la fente scléroticale, c'est-à-dire de la soudure de ses bords, est démontrée clairement par la comparaison des figures 15 et 16 avec les figures 13 et 14. On voit surtout l'obturation de la fente à la partie inférieure de la sclérotique.

17-20. Le développement ne fait plus de progrès sensibles.

21-24. Occlusion de la fente scléroticale.

PLANCHE III, FIGURES 1-18.

Fente oculaire fœtale. — Cette planche représente la fente oculaire double, qui est rare, et la terminaison de la fente simple au fond de l'œil.

Les figures 1 et 2 représentent deux yeux d'embryons de poulets, chez lesquels l'auteur de ce travail a observé une fente fœtale double. La seconde fente était dans ces deux cas plus petite que la première. (Voyez la troisième section. Fente oculaire fœtale.)

3. Figure, grossie à la loupe, d'un œil de poulet déjà très avancé dans son développement et au moment où le nerf optique, court et mince, s'unit à la fente scléroticale. L'œil est isolé de toutes ses enveloppes et repose sur l'ampoule cérébrale.

4. Segment antérieur d'un œil de fœtus de veau, vu par sa face interne.— On voit, au milieu, la face postérieure de la cornée ovale; au-dessous d'elle, à la sclérotique, un espace plus mince, ovale, une espèce de bosse provenant de ce qu'en cet endroit la fente scléroticale ne s'est pas soudée immédiatement par ses bords propres, mais par une mince membrane intermédiaire.

5. Face interne du segment antérieur d'un œil de fœtus humain entre la quatrième et la sixième semaine de la grossesse, vue à la loupe. — On voit le bord ciliaire de la choroïde dans le cercle noir de l'œil. Ce bord est le lieu de développement de futures

parois ciliaires; on y distingue déjà quelques plis, indices de ces organes; en bas (*a*), existent des traces de la fente de la choroïde. Au milieu du bord ciliaire fœtal de la choroïde se trouve la face postérieure de la cornée. La choroïde, à cette époque, n'a pas encore de cellules pigmentaires complétement développées : il existe seulement çà et là des amas plus ou moins considérables de granules pigmentaires jaunes et noirs. La figure représente fidèlement le premier développement du pigment de la choroïde humaine pendant la vie fœtale.

6. Fente choroïdienne et sclérotieale d'un embryon de poulet très-jeune. La fente choroïdienne (*a*) est entourée d'une couche de pigment; elle est un peu plus étroite en haut qu'au milieu. Sa direction est oblique.— La figure est dessinée plus grande que nature.

7. Face interne de la fente scléroticale et choroïdienne d'un œil d'embryon de poulet, vue au microscope simple. La fente est arrondie en haut ; c'est sur ce point que s'insère en dehors la gaîne du nerf optique. (Pl. II, fig. 22-24.) Cet endroit est voisin de l'ampoule cérébrale; la fente, devenant plus étroite, se porte de là en avant vers la partie inférieure du bulbe. L'artère centrale (*a*) sortant du névrilème du nerf optique creusé en forme de gouttière, pénètre par le sommet de la fente dans l'intérieur du bulbe optique du fœtus.

8. Figure grossie de la partie postérieure d'un œil de fœtus humain très peu avancé, probablement de trois à quatre semaines. On voit en bas la sclérotique et sa protubérance arrondie et ouverte; en arrière, près de l'ampoule cérébrale à laquelle l'œil est uni (Pl. II, fig. 1-2), la fente scléroticale (*b*). Au fond de celle-ci, se montrent une membrane noire et mince, la choroïde, et la fente choroïdienne (*b*, *a*). On voit que la fente scléroticale est d'abord plus large que la fente choroïdienne. L'aspect confus de cette figure ne doit pas surprendre ; on ne peut, au commencement, faire de préparations qu'à l'aide d'aiguilles, pas avec le scalpel ni les ciseaux.

9. Segment antérieur, replié sur lui-même, de l'œil d'un fœtus de mouton très jeune.— On voit la face interne de la choroïde et les procès ciliaires dont le développement est déjà assez avancé, mais qui ne présentent cependant pas encore de traces d'iris. A droite, se trouve la fente choroïdienne, qui n'est pas encore oblitérée, et qui passe par les procès ciliaires, mais sans s'étendre jusqu'au bord ciliaire où doit s'insérer l'iris; le bord ciliaire est entier à sa limite extrême. Une seconde fente choroïdienne existe dans une direction opposée à la fente normale. Elle est très petite. (Comparez fig. 1 et 2 de la même planche.) C'est le troisième cas de fente choroïdienne fœtale double.

10. Face interne du segment antérieur d'un œil d'embryon de poulet déjà très-avancé dans son développement, vue à la loupe. — La face interne de l'iris en voie de formation apparaît comme un cercle mince; on distingue aussi les procès ciliaires, et, entre eux, la fente choroïdienne plus large vers le fond de l'œil que vers la région de l'iris. La membrane périphérique est la rétine floconneuse.

11. Face interne de la sclérotique d'un œil de fœtus humain très jeune, vue à la loupe. — La grandeur naturelle de la préparation est indiquée près de la première figure. La fente sclérotieale est plutôt triangulaire, elle n'est plus oblongue; le nerf optique est sur le point de s'unir avec la fente. Cette figure qui représente un état de l'œil fœtal humain rarement observé, doit être rapprochée de la figure 8.

12. Face interne du segment latéral d'un œil de fœtus humain à la fin du troisième mois, vue à la loupe.— La grandeur naturelle est indiquée au-dessous. On voit ce qui reste de la fente choroïdienne, s'étendant jusqu'aux procès ciliaires. L'iris n'est pas encore formé. La choroïde, devenue visible parce qu'on a enlevé la rétine, ne contient que peu de pigment.

13. Coupe idéale, représentant la formation de la cornée de l'œil du fœtus humain par un repli de l'enveloppe commune du bulbe en dedans. — Cette membrane est encore fort mince à cette époque. Le pli se forme-t-il circulairement à la face externe de l'enveloppe commune, ce qui détermine un rebord saillant à la face interne de cette membrane, le disque, rendu saillant pas le plissement de l'enveloppe commune de l'œil, prend les caractères d'une cornée, comme on peut le voir aisément sur cette figure schématique. Le dépôt ultérieur sur la cornée, d'abord fort mince, d'éléments solides, selon la direction indiquée par la ligne ponctuée à la partie gauche du dessin, amène peu à peu cette membrane à l'état parfait.

14. Figure grossie de la partie postérieure de la sclérotique d'un fœtus de mouton à l'époque où le névrilème, en forme de gouttière, du nerf optique pénètre dans la fente sclérotieale.—Ce dessin fait très bien comprendre comment se soude le névrilème du nerf optique. L'insertion a lieu ici à la partie postérieure de la fente; elle se fait aussi quelquefois au milieu, de manière que la fente reste quelque temps béante au-dessus et au-dessous du nerf optique, et se ferme plus tard dans les deux directions. Dans le premier cas, la fente se ferme lentement, et cela a lieu, comme le montre la figure 15, par l'intermédiaire d'une membrane mince qui forme la protubérance de la sclérotique. (Voyez figure 4.)

16. Lorsque le névrilème du nerf optique est uni à la fente scléroticale, il reste

encore quelque temps, comme le montre cette figure (*a*), une fente dans le névrilème. Ceci explique le mode d'union très ingénieux des organes dont il s'agit. La fente se forme progressivement, mais elle laisse pendant longtemps des traces de son existence. (Voyez fig. 17.) Le dessin représente, vu à la loupe, la soudure du nerf optique à la sclérotique, que j'ai observée sur un fœtus très peu avancé de mouton. *a*. Nerf optique; le névrilème offre une fente très près de son point d'union avec la sclérotique. *b*. Entrée du nerf optique dans la cavité de l'œil. *ee*. La sclérotique coupée. *d*. Le cristallin, le corps vitré et l'artère centrale *c*, qui est attirée hors de l'entrée du nerf optique *b*. La rétine a été enlevée par irrigation.

17. Coupe du nerf optique, vu à la loupe, près de son union avec la sclérotique, œil de fœtus humain de cinq à six mois. — Le névrilème présente un faible vestige de fente (*a*); celle-ci est plus marquée dans la substance même du nerf optique.

18. Segment postérieur d'un œil de fœtus humain à six mois, vu par sa face interne.— On voit la section du nerf optique (*a*), de la sclérotique (*bb*), et la rétine; à cette dernière membrane, une fente allongée, qui diminuera plus tard pour former le trou rond de la rétine.

PLANCHE IV, FIGURES 1-20.

Formation du système cristallinien du fœtus. — Les planches IV et V représentent le développement du cristallin et du corps vitré.

1. OEil d'un embryon de poulet de trois jours, représenté fortement grossi.— On y voit les premiers indices de la formation du cristallin. *aaab*. Contour extérieur de l'œil, la membrane d'enveloppe. *b*. Fente fœtale oculaire. *c*. Endroit de l'enveloppe commune où la cornée se sépare de la sclérotique par un repli. (Pl. III, fig. 13.) Derrière la cornée, au milieu et dans la profondeur du bulbe, est la capsule du cristallin, qui commence à prendre une texture lamelleuse ; au centre de la capsule apparaît le cristallin rudimentaire. Elle se forme par le dépôt régulier de fibres du cristallin provenant elles-mêmes de globules cristalloïdiens. La capsule est allongée comme la cornée aux premiers temps de la grossesse. Ces organes acquièrent une forme plus arrondie à mesure que la fente fœtale de l'œil disparaît.

Les figures 2 à 6 représentent les éléments qui concourent à former les cristallins et les modifications qu'ils subissent pour se transformer de globules cristalloïdiens, en tissu de fibres de cristallin. La figure 2 représente le milieu de la capsule postérieure divisée en deux feuillets; il existe en ce point un groupe de globules cristalloïdiens qui augmente plus tard par sécrétion de la couche d'épithéléon de la face interne de la capsule antérieure. Ces globules donnent naissance, en s'alignant par séries linéaires (3) et en s'allongeant, à des fibres de cristallin, de grosseur et de longueur variables (4), dont les extrémités se recourbent et ondulent ensuite (5). Les fibres, par leur juxtaposition, forment le tissu propre du cristallin (6). On voit, fig. 6, le tissu cristalloïdien complétement développé; à sa surface, des globules de cristallin, disposés en séries, sont en train de se métamorphoser en fibres; de sorte que cette figure montre le mode d'accroissement du cristallin, qui n'est que le résultat du dépôt de nouveaux éléments histologiques.

7. Face antérieure du segment postérieur du cristallin récemment formé, œil d'embryon de poulet d'environ six jours.— Ce segment est mince; il est formé de fibres jeunes de cristallin, celles-ci sont disposées en trois groupes qui vont de la périphérie au centre; au centre existe un espace triangulaire vide, où se développe plus tard le noyau du cristallin. Le segment postérieur est la base du cristallin en voie de développement. Il est ordinairement rond ; quelquefois, lorsqu'il se développe de très bonne heure, il est trop allongé vers le bas, forme qui tantôt ne persiste pas et est remplacée par la forme ronde, mais qui peut aussi rester définitive. Un tel segment ne présente rien d'irrégulier à sa face postérieure.

8. Cristallin et capsule d'un œil de fœtus humain, fortement grossi.— On voit à l'intérieur de la capsule le segment postérieur du cristallin; la partie antérieure de la cavité de la capsule n'est pas encore remplie de substance cristallinienne. L'artère centrale se divise en trois branches sur la capsule postérieure, se ramifie à sa surface et se porte vers la capsule antérieure, où non-seulement elle se ramifie, mais où elle pénètre encore à travers le tissu capsulaire mince et se termine à la face interne de la capsule par des cellules carrées et hexagonales.

9. Cette figure, plus grande que nature, montre la structure de la face interne du segment capsulaire antérieur.— C'est une membrane hyaloïdienne qui, par la dessiccation, se rapetisse et se contracte en une masse de plis, ce qui prouve qu'à cette époque sa cavité n'est pas encore remplie de son contenu propre.

10. La petite figure représente le cristallin et la capsule d'un fœtus humain au commencement du troisième mois. L'autre figure représente les mêmes organes fortement grossis. — La capsule antérieure offre une grande quantité de plis qui se sont transformés en ouverture, à cause du peu d'épaisseur de la membrane hyaloïdienne. Il n'existe encore que la moitié du cristallin , le segment postérieur (7); la

moitié antérieure de la capsule est vide. C'est ce qu'on voit distinctement dans les figures suivantes.

11. La petite figure représente un segment de cristallin d'un fœtus très jeune de mammifére, grandeur naturelle.— La figure moyenne montre les plis et la formation de l'épithéléon transparent, grossis à la loupe. La troisième figure représente, plus grand que nature, le segment postérieur primitif du cristallin fœtal, vu latéralement.

12. *b*. Cristallin d'un fœtus de mouton vers le milieu du temps de la portée, vu latéralement.— *a*. face postérieure du même; il n'existe encore du cristallin que son segment postérieur, mais il est déjà très-développé et il présente un rebord marginal. Sa forme est analogue à celle d'une bourse. Cet état du cristallin est un arrêt de développement, une hémiphallie. On voit à la face postérieure du segment une dépression, suite d'un manque de substance cristallinienne.

13 et 14. Ces figures représentent un cristallin de mouton lorsqu'il consiste seulement en son segment postérieur.— C'est ce qu'on voit très bien dans la figure 14, qui montre le segment postérieur du cristallin, vu latéralement; la capsule antérieure est fortement rétrécie et repliée sur elle-même, parce que le segment antérieur du cristallin fait défaut. La figure 13 représente la capsule antérieure. La petite figure donne la grandeur naturelle de la préparation; les autres sont grossies à la loupe.

15 et 18. Cristallin de fœtus de mouton très jeune, desséché ; la petite figure sans indication de chiffre le représente de grandeur naturelle. — Au cristallin, en arrière, adhèrent l'hyaloïde et la rétine. La face antérieure de la préparation, qui est dessinée en raccourci, est la face antérieure du cristallin primitif ou du segment postérieur.

16. Cette figure montre l'organisation triangulaire du segment primitif du cristallin et le groupement ternaire des fibres cristalliniennes (fig. 7), vus à la loupe. On voit que le segment postérieur existe seul.

17. Cristallin de fœtus de mouton desséché, vu à la loupe.— Les couches profondes ont été mises à nu, parce qu'on a enlevé, en partie, la membrane fibreuse à fibres cristalliniennes circulaires ; on voit deux disques cristalliniens, supérieur et inférieur, séparés par une ligne latérale : ils sont constitués par des fibres épaisses, en forme de palissade. La vue de cette figure donne une bonne idée de la formation primitive du cristallin, de celle du segment postérieur et du segment antérieur : ceux-ci ressemblent d'abord plus à un cube qu'à une lentille ou à une sphère, mais les fibres circulaires les enveloppent plus tard et ils prennent une forme globuleuse.

18-23. Ces six figures montrent très distinctement que le cristallin est formé par l'union de deux segments. Les unes sont des figures idéales (18-19), les autres sont dessinées d'après nature et vues à la loupe.

18. Coupe idéale transversale d'un cristallin humain et de sa capsule.— On voit les deux segments du cristallin. Le segment postérieur est un peu plus épais que l'antérieur. Entre les deux existe un espace intermédiaire vide, aplati. Le centre de la portion antérieure n'est pas encore rempli par des fibres de cristallin.

19. Cristallin vu latéralement. — La marge du segment postérieur proémine et forme un rebord saillant, sur lequel est venu s'appliquer le segment antérieur, mais en retrait.

20. Cristallin vu latéralement. Autour du bord par lequel les deux segments se touchent, règne à l'intérieur un sillon (sillon circulaire fœtal du cristallin). Il disparaît plus tard par le dépôt de fibres propres du cristallin à la surface de la lentille ; il doit son origine à l'état fœtal et n'a de signification qu'alors.

21. Exemple de sillon fœtal n'existant que d'un côté, à gauche. — Figure grossie.

22 et 23. Sillon fœtal du cristallin de l'œil humain, très large, fig. 22; plus étroit, fig. 23.

PLANCHE V, FIGURES 1-20.

Formation du corps vitré chez le fœtus. — 1, 2 et 3. Cristallins de fœtus vus à la loupe. Ils présentent des particularités de forme, d'origine embryogénique. Ils appartiennent à des yeux de quadrupèdes.

1. Cristallin allongé. — Sa forme rappelle celle de la cornée au commencement de l'état fœtal. Il s'est développé selon le type de la cornée fœtale, en gardant cette forme jusqu'à l'époque où il aurait dû prendre sa forme normale.

2. Cristallin dont la partie postérieure s'avance en cône vers le fond de l'œil, ce qui lui donne un aspect tout particulier. On ne sait pas si cette forme est simplement fœtale ou bien pathologique.

3. Cristallin présentant une espèce d'échancrure à sa partie inférieure, analogue au coloboma.— Si le cristallin représenté fig. 1 offre en cette région un prolongement saillant, celui-ci offre, au contraire, en cet endroit une perte de substance.

4. Cette figure théorique montre le cristallin, petit encore, renfermé dans la cap-

sule qu'il ne remplit pas. A gauche se trouve une fibre de cristallin qui semble s'enrouler autour de la lentille comme un fil autour d'une bobine.

5, 6 et 7. — 5. Figure théorique d'une capsule cristalline de fœtus très jeune : le segment cristallinien postérieur est seul formé, ce qui rend la capsule antérieure très plate ; en arrière existe une dépression que l'on voit en regardant de haut en bas (*a*). Cette dépression dans la paroi de la capsule postérieure marque l'endroit où l'artère centrale arrive à la capsule postérieure et qui touche la paroi postérieure du segment postérieur du cristallin. Cette région de la capsule prend, lorsqu'on regarde verticalement la capsule postérieure, tantôt la forme d'un carré déformé (6), tantôt celle d'un huit de chiffre couché (7). Elle joue un certain rôle dans le développement de la cataracte capsulaire postérieure congénitale. Je l'ai nommée fossette fœtale de la capsule du cristallin.

8. Cette dépression de la capsule est quelquefois placée en dehors du centre de celle-ci, ce qui est le cas dans la figure ci-jointe. Cette disposition est en rapport avec un cristallin placé très profondément, le corps vitré étant encore largement fendu au milieu, et l'artère centrale s'insérant à la capsule postérieure en bas et profondément.

Les figures qui suivent et qui s'étendent aussi à la planche VI, se rapportent à la morphologie et à l'histologie du corps vitré du fœtus, chez l'homme et chez les animaux.

9, 10, 11 et 12. La première, forme embryogénique du corps vitré, est ordinairement membraneuse : c'est l'hyaloïde. Il présente quelquefois la forme, que l'on voit fig. 11 et 12, où l'hyaloïde est séparé des organes voisins ; souvent il a l'apparence d'un bouton, d'un croissant : il est difficile de déterminer sa vraie forme normale.

9. État du corps vitré tout au début, lorsque le cristallin se trouve placé entre lui et la rétine ; figure grossie à la loupe. (La petite figure donne la grandeur naturelle.) On voit la fente du corps vitré ; il est en forme de bouton, parce qu'il est uni à la paroi bombée de la capsule postérieure ; d'autres fois il est pointu.

10. La petite figure montre de grandeur naturelle, et, l'autre, grossie à la loupe, la face postérieure du segment antérieur d'un œil de fœtus de mouton. Au milieu, le cristallin ; autour de lui, le corps vitré, qui est fendu en bas (*a*). Les autres circonférences indiquent les coupes des enveloppes oculaires.

11 et 12. Ces figures indiquent l'état de l'hyaloïde fœtale au début : fig. 11, grandeur naturelle ; fig. 12, vu à un certain grossissement.

13-18. Figures théoriques de quelques métamorphoses que doit subir l'hyaloïde pour se transformer en corps vitré, chez l'homme et chez les animaux.

13. Face antérieure. L'hyaloïde enveloppe le cristallin. Elle le recouvre ; cependant, elle a en bas une fente qui disparaît peu à peu. A cet endroit elle n'enveloppe pas exactement le cristallin.

14. Face postérieure de l'hyaloïde, reposant sur la face postérieure du cristallin. Elle ne le touche pas dans toute sa surface. Il en résulte, en *a*, un espace vide par lequel on peut arriver à la capsule postérieure (*a*). (Sillon hyaloïdien.)

15. Même position de l'hyaloïde ; les surfaces membraneuses se sont rapprochées davantage, le sillon hyaloïdien a diminué (*a*).

16. Les membranes sont encore plus rapprochées ; il ne reste du sillon qu'un simple raphé.

17. Figure théorique ; l'hyaloïde est représentée en *a* comme formant un canal ; à la rigueur, c'est plutôt un sillon ouvert qu'un vrai canal. Il est assez élevé, correspondant presque au centre de la capsule postérieure.

18. Figure théorique du canal hyaloïdien et du raphé du corps vitré.

Ces diverses juxtapositions et soudures des parois de la membrane hyaloïde n'ont d'autre but que de permettre à l'artère centrale, après qu'elle a traversé la fente de la sclérotique et de la choroïde, d'arriver à la capsule postérieure en passant audessous ou au travers des replis du corps vitré.

19 et 20. Les petites figures indiquent la grandeur naturelle

19. Figure plus grande que nature d'une hyaloïde de fœtus humain, logeant dans son épaisseur le cristallin et sa capsule. Elle appartient aux premiers temps de la vie fœtale, environ à la dixième semaine. L'hyaloïde présente un bord ciliaire bien accusé, assez épais, qui ne tardera pas à donner naissance à la couronne ciliaire (marge ciliaire du corps vitré). Ellle est assez éloignée de la paroi de la capsule ; entre les deux existe un espace vide : elle est lisse, sans dépressions, sans traces de pigment. L'hyaloïde a déjà une texture lamelleuse ; elle est sur le point de devenir le corps vitré.

20. Hyaloïde prise à la même époque du développement, couchée sur sa face cristallinienne. On voit qu'en haut et à droite existe un sillon dans le corps vitré qui commence à devenir plus bombé ; c'est un vestige de l'ancienne fente de l'hyaloïde, devenu le sillon hyaloïdien, qui s'étend du bord ciliaire jusqu'au centre de la surface postérieure arrondie. Il contient l'artère centrale qui se porte vers la capsule postérieure.

PLANCHE VI, FIGURES 1-18.

Développement du corps vitré chez le fœtus. — 1. Bord ciliaire de l'hyaloïde du corps vitré d'un fœtus humain au septième mois, représenté plus grand que nature (*a a a a*); il faut remarquer les différentes espèces de replis que l'on voit en *b* et en *c*, et qui se forment lors du développement de la couronne ciliaire. Ces replis de l'hyaloïde augmentent peu à peu d'épaisseur et de longueur, se portent en arrière de manière à faire disparaître l'intervalle qui existait entre la capsule du cristallin et le bord de l'hyaloïde; ce bord lui-même se contracte en cercle, en relevant le cristallin et sa capsule. Il se forme, en cette région du corps vitré qui devient de plus en plus globuleux, une espèce de col; ce col fœtal du corps vitré est représenté figure 2.

2. Le corps vitré est plus développé en longueur; il se termine en avant par un col formé par le plissement de la marge ciliaire. Le corps vitré est en même temps revenu légèrement sur lui-même à sa partie inférieure.

3. Corps vitré d'un fœtus humain au troisième ou au quatrième mois, durci dans l'acide chromique, vu à la loupe.— On voit à sa région supérieure la couronne ciliaire presque complétement développée, et au-dessous d'elle, à droite, les vestiges de la fente fœtale du corps vitré, assez large en haut, plus étroite en bas et assez profonde.

4. Corps vitré d'un fœtus humain plus jeune, durci dans l'acide chromique.— Le cristallin qui était placé obliquement sur le corps vitré a été enlevé; on voit la capsule ouverte. En bas, on distingue le sillon hyaloïdien ouvert.

5. Corps vitré et cristallin d'un fœtus de mouton durci dans l'acide chromique. La lentille est placée obliquement sur le corps vitré, qui est aminci en arrière. Le cristallin est trop pointu en arrière (Pl. III, fig. 24). De là provient la figure pointue de l'hyaloïde qui enveloppe le cristallin sous forme de membrane mince. On voit le sillon hyaloïdien au bas de l'hyaloïde.

6. Coupe perpendiculaire, vue à la loupe, d'un corps vitré avec le cristallin et la capsule d'un fœtus humain au cinquième mois; ces organes ont été durcis dans l'acide chromique. — En haut, section du cristallin et de sa capsule. Derrière la capsule se trouve la section triangulaire du canal hyaloïdien, qui se prolonge du haut en bas dans les deux tiers environ du corps vitré, et se termine en pointe.

7. Portion du corps vitré d'un fœtus de mouton très jeune, durci dans l'acide chromique, vue à la loupe. — *a*. Corps vitré. *b*. Canal hyaloïdien au milieu du corps vitré : il est large en haut, se rétrécit en bas. *b*. L'artère centrale injectée, sortie du canal hyaloïdien *c*.

8, 9 et 10. Trois corps vitrés de fœtus de veau. Ils sont représentés de grandeur naturelle et dans leur position normale. On y remarque des modifications de direction du canal hyaloïdien.

8. Corps vitré de l'œil droit. On voit le canal hyaloïdien qui se dirige obliquement en arrière et en bas en partant du cristallin. Il était rempli de sang extravasé, très dilaté et sinueux dans son trajet. Il se termine en cul-de-sac avant d'atteindre la surface postérieure du corps vitré; ce dernier est un peu revenu sur lui-même en cet endroit. (*Area Marteggiana.*)

9. Corps vitré de l'œil gauche. Il se trouve dans le même état que le précédent, excepté que le canal hyaloïdien, rempli de sang extravasé, a une teinte plus jaune. Au bout du canal, contre le fond du corps vitré, on voit que celui-ci est revenu sur lui-même. Le corps vitré présente en cet endroit une courbure en dedans. (*Area Marteggiana.*)

10. Cette figure représente un autre cas particulier. Le canal hyaloïdien parcourt le corps vitré en ligne droite; il est, par conséquent, plus court et se termine au milieu de la surface postérieure du corps vitré. Il est fortement distendu par du sang extravasé; en arrière, il se termine en pointe, en attirant le corps vitré en dedans dans une certaine étendue.

11. On voit une portion du bord ciliaire d'un corps vitré de fœtus humain (*a*), couché obliquement sur le côté; il est représenté à l'époque où se forment les premiers replis. (Voyez fig. 13 de la même planche.) Ces replis *bb* sont à peine formés; ils sont vus d'en bas. Ils sont cachés par un anneau épais *bb*, débris de la partie antérieure de la rétine arrachée, qui se termine en cette région (ora serrata de la rétine); la membrane nerveuse laisse voir en avant, en *c*, la couronne ciliaire assez développée déjà; ce sont des prolongements en forme de languettes, qui sortent des plis du bord ciliaire de l'hyaloïde, s'épaississant et s'appliquant sur le pourtour de la capsule du cristallin. Ces procès ciliaires de l'hyaloïde sont d'abord comme l'indique la figure.

12. De petits prolongements plissés et en forme de languettes, sur lesquels se déposent des molécules de pigment, et qui s'épaississent peu à peu, se disposent régulièrement, pour former un cercle, et qui souvent se recouvrent à demi.

13. Figure dessinée plus grande que nature et représentant, sur un œil de fœtus

humain au cinquième mois, le développement ultérieur des procès ciliaires, la disposition qu'ils affectent entre eux et leur terminaison en avant au pourtour de la capsule du cristallin (*a*). Ils sont encore unis entre eux par un tissu fibreux propre, qui part de leur face interne et relie leurs sommets au bord de la capsule cristallinienne. On ne voit pas ce tissu ici. (Voyez fig. 14 *cc*.). *b* est la région de l'ora serrata de la rétine à l'état fœtal.

14. Cette figure montre le premier développement du tissu fibreux de conjonction, sur une section grossie du cristallin et du corps vitré d'un fœtus de mouton. On voit, en *a*, la section du cristallin; en *b*, la paroi postérieure de la capsule; entre *c* et la capsule existe un tissu strié, qu'on ne trouve cependant pas toujours.

15. Formation du canal de Petit.

aa. bb. Dans cet espace se trouve le bord ciliaire de l'hyaloïde, s'étendant jusqu'au pourtour de la capsule du cristallin ; il est déjà garni de ses appendices qui se transforment en couronne ciliaire. En haut, *aa* indiquent les sommets des appendices. Leur base est en *bb*; elle tient à l'hyaloïde et se continue en *bb dd* avec une gouttière, qui se ferme plus tard et devient le canal de Petit, dessinant un cercle autour du cristallin. La rétine se termine en cet endroit par l'ora serrata qui recouvre le canal de Petit; elle a été entièrement enlevée sur cette préparation. On voit en *dd cc* l'hyaloïde, un peu épaissie par sa macération dans l'acide chromique.

16, 17 et 18. Ces figures expliquent l'histologie du corps vitré du fœtus.

16. Structure du corps vitré de l'homme aux premiers temps de la vie fœtale, vue au microscope. C'est une espèce de tissu conjonctif. On voit, fig. 16, un tissu de cellules qui s'unissent par de nombreux prolongements coudés et qui forment une quantité de nœuds ; elles sont remplies d'une matière gélatineuse et transparente. (Voyez la fin du chapitre du développement du corps vitré.)

17. Portion de cellule isolée grossie, munie de deux nœuds, qui s'est séparée du tissu encore très mou du corps vitré fœtal ; les nœuds sont probablement les noyaux de cellules anciennes.

18. Reproduction, plus grande que nature, de la structure d'un corps vitré, assez avancé dans son développement, d'un fœtus de mouton vers le milieu du temps de la portée. Le corps vitré, qui a macéré quelque temps dans l'acide chromique, puis dans l'alcool faible, montre en bas son raphé et dans les divisions qui, partant du raphé, vont à la périphérie, sa structure feuilletée, que la macération a rendue visible à l'œil nu. Le corps vitré a la forme du gland du pénis. C'est un organe arrêté dans son développement.

PLANCHE VII, FIGURES 1-16.

Développement de la rétine chez le fœtus.— Cette planche contient des figures, dessinées à la loupe, représentant les principales périodes du développement de la rétine du fœtus humain.

1. Vue de la face interne de la rétine d'un fœtus de veau très jeune. On voit en *a* la section de la sclérotique; en *b*, celle de la choroïde; en *cc*, les plis de la face hyaloïdienne de la rétine, serrés les uns contre les autres.

2. Surface hyaloïdienne de la rétine d'un fœtus humain au troisième mois ; elle a été durcie dans l'acide chromique ; on en a représenté une partie où les replis sont petits et séparés les uns des autres.

3. Un de ces replis grossi davantage, vu par devant ; il apparaît comme une élévation, de forme semi-lunaire. (Élévation semi-lunaire.)

4. Le même repli, face postérieure. On voit sa forme semi-lunaire et comment il se produit par l'élévation du tissu. (Impression semi-lunaire.) La surface interne de la rétine présente des circonvolutions comme l'extérieur du cerveau.

5. Aspect de la face interne d'un segment d'un œil de fœtus humain à quatre mois, durci dans l'acide chromique. C'est un segment latéral, qui constitue à peu près le tiers du bulbe. On voit en *cc* la section de la sclérotique; en *a*, celle du corps vitré durci; en *bb*, celle de la rétine, qui présente de nombreux replis.

6. Section de la rétine d'un œil de fœtus humain au cinquième mois. *a* sclérotique; *b* choroïde; *cc* rétine et corps vitré. La membrane externe du corps vitré (*dd*); l'hyaloïde est intimement unie à la face interne de la rétine (*cc*), au point que les deux membranes se joignent étroitement et s'engrènent l'une dans l'autre.

7. Cette figure représente les mêmes éléments que la figure 5, mais le corps vitré (*a*) est enlevé. On voit la section *aa* de la sclérotique, *c*, la face interne de la choroïde, *b*, face interne de la rétine, dépourvue de replis en ce point; on y remarque çà et là des fibres nerveuses isolées.

8. Figure grossie du corps vitré d'un fœtus humain à la fin du troisième mois, représentant le col fœtal du corps vitré en train de se former et le cristallin. *a* Le cristallin et sa capsule; *b* la couronne ciliaire; *c* points de la couronne où la rétine se termine à la région inférieure de celle-ci. On voit en *d* des débris de la membrane nerveuse; *e* reste de la fente fœtale du corps vitré.

9. Terminaison de la rétine en avant (ora serrata fœtale de la rétine). On voit, en haut, le bord dentelé à dents mousses.

10. Coupe d'un œil de fœtus humain au troisième mois. Le bulbe a été durci dans l'acide chromique.

a. b. Coupe de la cornée et de la sclérotique.

c. Espace qu'occupera plus tard la chambre antérieure de l'œil ; c'est là que se trouvait le cristallin; il n'y a pas encore d'iris.

dd. Corps ciliaire, au-dessous de lui le bord de la rétine fœtale (ora serrata), qui s'y rattache. (Voyez fig. 11.)

e. Raphé qui se prolonge en descendant dans la rétine.

11. Face interne du segment antérieur d'un œil de fœtus humain, durci dans l'acide chromique, représenté fortement grossie.

c c c c. Face interne de la choroïde. La rétine a été enlevée ; il n'en reste plus que le bord antérieur, réfléchi sur lui-même et devenu par là plus épais (ora serrata de la rétine) (*aa*) ; il adhère ordinairement en partie à la choroïde immédiatement à la région d'où partent les procès ciliaires, et, en partie, à la couronne ciliaire, qui a été enlevée sur cette préparation et ne peut plus être vue. Les procès ciliaires prennent par là une disposition plus résistante et plus compacte. (Enchaînement des procès ciliaires.)

On voit, en *bb*, les extrémités internes des procès ciliaires, qui sont maintenues par une ceinture ; ils n'ont pas encore à cette époque la forme de languettes, mais ils constituent un cercle allongé, derrière lequel l'iris commence à se développer en forme d'anneau, qui n'a pas encore partout la même épaisseur. On voit en dedans du cercle la face postérieure de la membrane pupillaire antérieure.

12. Coupe de la partie postérieure de la sclérotique et du nerf optique d'un fœtus humain à la fin du troisième mois.

bb. Section de la sclérotique encore fort mince.

aa. Section du nerf optique.

cc. Section des muscles de l'œil entre lesquels est placé le nerf optique.

Cette figure est importante au point de vue de l'insertion du nerf optique. Celui-ci pénètre au point *a* profondément à l'intérieur de l'œil. A sa droite, on voit une partie de la rétine, qui a été presque entièrement enlevée. On voit que le nerf optique pointu (la pointe est formée par l'artère centrale rompue) se prolonge loin à la surface de la rétine. Les muscles reposent immédiatement sur le névrilème du nerf optique; il n'y a pas encore de tissu adipeux orbitaire entre eux et le nerf.

13. Coupe analogue des mêmes organes sur un œil de fœtus humain un peu plus avancé.

a. Partie postérieure du corps vitré, qui est uni en cet endroit au nerf optique par l'artère centrale qui s'y plonge.

b. Section du corps vitré.

cc. Section de la sclérotique, de la choroïde et de la rétine. La figure à gauche est celle de l'œil du fœtus de grandeur naturelle.

14. Figure analogue à la précédente, représentant un œil de fœtus humain plus développé.

a. Corps vitré et artère centrale qui commence à s'atrophier.

b. Section du nerf optique, à l'extrémité supérieure duquel s'est déjà formé le punctum cœcum, arrondi; il donne issue au milieu à l'artère centrale.

d. Portion arrondie de la rétine plus épaisse, qui est restée suspendue à l'extrémité renflée du nerf optique.

cc. Section de la sclérotique et de la choroïde.

15. Aspect du punctum cœcum en train de se développer à l'extrémité du nerf optique, en dedans de l'épanouissement de la rétine. L'artère centrale recouvre cette région en forme de pyramide à base large et se terminant en haut en une pointe aiguë. C'est en ce point que l'artère centrale s'oblitère. Toute cette masse (*c*) disparaît peu à peu par absorption, et il reste le punctum cœcum, comme on le voit pl. VIII, fig. 1. A sa base se trouve le bord dentelé, l'ora serrata optique de la rétine du fœtus. (Pl. VIII, fig. 1.)

abd. Section de la sclérotique et de la choroïde; la rétine a été enlevée.

c. Futur punctum cœcum de la rétine, se confondant avec l'artère centrale qui s'oblitère.

16. La même figure de grandeur naturelle.

PLANCHE VIII, FIGURES 1-12.

Union du nerf optique avec la rétine. Développement des procès ciliaires.—1 *a.* Section faite à travers les membranes postérieures d'un œil de fœtus humain très avancé; figure grossie.

aa. bb. Section des muscles de l'œil.

cd. Nerf optique sinueux, représenté sur sa coupe; *d* sa terminaison au punctum cœcum.

ee. Graisse de l'orbite et substance gélatineuse qui la produit, logées entre les muscles et la partie supérieure de la sclérotique.

1. *b.* Terminaison de la rétine au punctum cœcum (Ora serrata optique de la rétine du fœtus.) Elle se termine comme à l'ora serrata ciliaire par des dentelures simples qui bordent le punctum cœcum.

2. Coupe d'un œil de fœtus humain au commencement du quatrième mois, durci dans l'acide chromique. La coupe montre la partie du bulbe qui se trouve au-dessous de l'insertion du nerf optique; *a*, partie antérieure; *b*, partie postérieure.

On voit la rétine s'épanouir, former un grand nombre de plis près des procès ciliaires; là où il n'y a pas de replis (*c*) s'épanouissent les fibres du nerf optique, qui sortent du nerf et se distribuent à la rétine.

3, 4, 5, 6. Ces figures démontrent l'origine et le trajet des fibres optiques à l'intérieur du névrilème du nerf optique et leur passage dans la rétine.

3. Vue de la face interne d'un segment du nerf optique coupé en deux longitudinalement.

aa. Canal parcouru par l'artère centrale.

bb. Masse nerveuse analogue à la rétine; dans le canal se trouve à gauche une fibre optique entre *aa* et *b*.

4. Figure analogue à la précédente.

aa. Canal de l'artère centrale, à droite et à gauche des fibres optiques, qui sont placées côte à côte dans le trajet des masses nerveuses et cheminent le long du nerf, *bb*, jusqu'à ce qu'elles pénètrent latéralement dans la rétine (fig. 6) à la terminaison du nerf optique au punctum cœcum.

5. Cette figure représente la section de la masse nerveuse d'un nerf optique. On voit les fibres optiques coupées, il y en a constamment plusieurs ensemble, formant des groupes; près du punctum cœcum elles se réunissent à la périphérie et se répandent sur la rétine.

6. Figure théorique représentant le trajet circulaire des fibres optiques qui émergent des régions latérales du punctum, pour se porter de là sur la rétine. On voit au milieu (*b*) l'artère centrale à sa sortie du nerf optique. Le point d'émergence de l'artère centrale constitue le centre du nerf optique, les fibres optiques rayonnent circulairement à l'entour pour arriver sur la rétine (*aa*).

7. Union de la rétine avec le nerf optique, sur un œil de fœtus de mouton très-jeune. — La figure à côté représente l'œil de grandeur naturelle. On voit en *a* la rétine qui pénètre par un prolongement de sa face postérieure dans l'ouverture du nerf optique; c'est donc la rétine qui va chercher le nerf optique, et non pas celui-ci qui se rapproche de la rétine. A cette époque, le nerf optique est creux dans une certaine étendue de la portion unie à la sclérotique. Cette observation est, jusqu'ici, la seule qui ait été faite.

8-12. *Développement de la choroïde et de l'iris.*

8. Face postérieure du segment antérieur d'un œil de fœtus humain, au commencement du quatrième mois, grandeur naturelle. On distingue la sclérotique, la choroïde et les procès ciliaires complétement développés. L'iris n'a pas encore commencé à se former. On a enlevé le cristallin et le corps vitré.

9. Figure grossie du bord ciliaire de la choroïde d'un œil de fœtus humain d'environ trois semaines. — *aa.* Bord externe. *b.* Points où se terminent contre le fond de l'œil les replis en voie de développement.

10. Figure grossie, représentant le degré de développement des procès ciliaires chez un fœtus humain au troisième mois. *aa. aa.* La choroïde et son bord ciliaire bien limité en dedans, se terminant en dehors en un cercle un peu irrégulier; la marge interne est nettement accusée sans traces de développement d'un iris. *b.* Il s'est déjà formé des plis, première origine des procès ciliaires.

11 et 12. Ces deux figures représentent, à la loupe, une série de phases du développement primitif de l'iris chez des embryons d'homme et d'animaux.

11. Figure, vue à la loupe, de la face du segment antérieur d'un œil de fœtus de veau au commencement de la vie intrà-utérine.

aa. aa. Les procès ciliaires renfermés dans le cercle clos du bord ciliaire de la choroïde.

bb. Deux bandes de tissu dirigées obliquement en bas à gauche et obliquement en haut à droite; ce sont les premières traces du développement de l'iris, qui ne naît pas ici sous forme de cercle, mais par parties isolées apparaissant à la face interne des procès ciliaires. On voit la face postérieure de l'iris; l'uvée, la couche pigmentaire, ne s'est pas encore développée.

12. Préparation analogue sur un œil de fœtus de mouton plus jeune.

aa. aa. Procès ciliaires en un endroit *b* du bord ciliaire encore incomplétement fermé de la choroïde.

cc. Deux bandes obliques en haut en avant, obliques en bas à gauche; le com-

mencement de l'iris. La figure représente la face postérieure de l'iris; il n'y a pas de trace d'uvée. En bas et à gauche se trouve une figure indiquant la grandeur naturelle de la préparation. Ce cas est fort rare, je ne l'ai rencontré qu'une fois.

PLANCHE IX, FIGURES 1-15.

Développement de l'iris et du tenseur de la choroïde. — 1. Face postérieure du segment antérieur d'un œil de fœtus de veau, très-peu avancé, fortement grossi. Au fond, on voit la couche pigmentaire de la choroïde.

cc. Fente béante, séparant la cornée, la sclérotique et le corps ciliaire.

dd. Procès ciliaires réunis à la marge ciliaire.

b. Un endroit resté ouvert de la fente choroïdienne qui existait autrefois; elle s'étend encore jusqu'à la marge ciliaire, mais elle est oblitérée près du bord pupillaire.

eee. Commencement du développement de l'iris, il forme un cercle régulier sur tous les points de la marge ciliaire, se développant partout également et à la même largeur. Il n'existe pas de trace du développement l'uvée, la couche pigmentaire.

2. Face antérieure d'un iris au début de son développement chez un fœtus humain. Il est représenté de grandeur naturelle dans la petite figure à gauche. On voit, en *aa*, la partie la plus large de l'iris; en *b*, la partie la plus étroite. La membrane pupillaire ferme la pupille très large; elle naît derrière la périphérie de la face antérieure de l'iris et derrière le tenseur de la choroïde, les dépasse et forme ainsi la membrane pupillaire antérieure.

3. Face postérieure d'un iris de fœtus humain en voie de développement. On voit, en *aa*, le côté large, en *b*, le côté étroit. Une couche pigmentaire, l'uvée, recouvre déjà la face postérieure de l'iris.

4. Figure grossie de la face antérieure d'un iris de fœtus humain au commencement du cinquième mois. On voit à la face antérieure de l'iris un anneau, premier indice des fibres musculaires de ce diaphragme; on aperçoit, en outre, sur un autre point, un lambeau de la membrane pupillaire, qui, naissant du tenseur de la choroïde, se porte par-dessus l'iris vers l'ouverture pupillaire, et qui concourt plus tard à la formation de la membrane de Zinn. La pièce est représentée plus bas de grandeur naturelle.

5. Figure grossie à la loupe du tissu aréolaire que l'on observe parfois dans l'œil du fœtus humain, entre le bord ciliaire de l'iris embryonnaire et les procès ciliaires, ou entre ceux-ci et le tenseur de la choroïde.

6. Plusieurs procès ciliaires, représentés grossis à la loupe; ils ont rompu le lien fœtal rétinien, et ils sont plus élevés. Ils ne sont plus aussi étroitement serrés les uns contre les autres; en quelques endroits, ils apparaissent déjà nettement isolés, mais ils sont encore peu développés. A cette époque, ils sont dépourvus de pigment à leur côté *aa*, qui est en rapport avec la face interne de la choroïde; de leur côté postérieur partent des stries isolées *b* (voir la figure à côté), probablement des vaisseaux, qui se portent à l'uvée et qui forment là un tissu *sui generis* (vaisseaux ou ligaments uvéo-ciliaires).

7. Face postérieure grossie du segment antérieur d'un œil de fœtus d'environ trois mois et demi, et dont on a enlevé la partie supérieure de manière à laisser voir, en *cb* et *bc* la section de la sclérotique, en *a*, la section de la cornée; *ccc* est la section de la sclérotique, *dd* indique le point d'union de la sclérotique et de la cornée, vu en dedans. La cornée unie à la sclérotique présente, au point de jonction, une saillie bien prononcée, d'où part le tenseur de la choroïde; quelques fibres musculaires, débris de celui-ci, sont restées adhérentes en *d d*; *e* est la face interne de la cornée, la membrane de Descemet, qui se termine par un bord dentelé, avant d'atteindre la sclérotique et qui se transforme en ligament pectiné de l'iris.—10. La figure à droite donne la grandeur naturelle de la préparation.

8. La choroïde, enlevée sur les préparations précédentes, vue par en haut.

dd. Face scléroticale de la choroïde; *cbbc*, points où commence le développement du cercle externe du tenseur de la choroïde; ces points sont disposés en demi-cercle sur la préparation.

baab. Dans ce demi-cercle apparaissent deux lignes juxtaposées: l'externe est de couleur claire; l'interne, foncée. La ligne claire est le cercle interne du tenseur de la choroïde. La ligne noire est l'iris, qui paraît de cette couleur parce qu'il laisse transparaître la couche pigmentaire uvéenne en voie de développement. On voit à la face interne de l'iris des débris de la membrane pupillaire antérieure.

9. La même préparation, vue par sa face interne. Elle est plongée dans l'eau, et elle paraît fort transparente. On voit, en *cdc*, la face interne de la choroïde encore très mince, où la couche de pigment embryonnaire n'est sensible qu'en quelques endroits isolés, notamment entre *c* et *c*. En *bb* se trouvent une partie des procès ciliaires au début de leur développement; ils sont encore très étroits, mais on voit

très bien qu'ils sont formés par des replis. *aa* est la face uvéenne de l'iris, elle paraît moins foncée et moins bien organisée que l'autre.

10. Figure grossie, représentant la terminaison par des dentelures de la membrane de Descemet à la face interne du bord de la cornée du fœtus, à l'endroit où elle s'unit à la sclérotique. Les prolongements séparés de cette bordure (*margo pectinatus*) forment plus tard le ligament pectiné de l'iris 7. *e*.

11. 12. Ces deux figures, grossies, représentent le développement des couches de fibres musculaires, circulaires et longitudinales de l'iris. Le développement des fibres longitudinales est peu avancé dans la figure 11; il est complet dans la figure 12, alors les fibres droites l'emportent de beaucoup en importance sur les fibres circulaires.

13. 14. Pigment de la choroïde fœtale. On voit, fig. 13, un fragment de pigment qui présente des cellules incolores (*a*), noires (*b*), et des cellules (*c*) remplies d'un contenu.

14. Forme des cellules du pigment choroïdien.

15. Fragment de tissu pigmentaire, vu au microscope, qui montre les phases successives du dépôt de pigment sur les parois des cellules. Quelques cellules sont remplies de pigment, d'autres n'en ont que sur leurs parois; leur cavité n'en renferme pas; quelques cellules, dont les contours sont bien définis, ne renferment pas de pigment; chez d'autres, enfin, il n'existe que des points de pigment dans leurs parois. On m'apporta au jour le cristallin de l'œil d'un nouveau-né, qui s'était vidé par suite d'une ophthalmie purulente; une portion de la zone de Zinn et des débris de pigment adhéraient à la lentille. J'examinai attentivement le pigment, et je le trouvai formé de très belles cellules hexagonales. Elles étaient, en grande partie, privées de granules pigmentaires, quelques-unes cependant en étaient remplies. Le pigment de la zonule appartient, comme on voit, au pigment des procès ciliaires, dont la face interne était soumise de cette façon au microscope; les cellules présentaient le même état que celui que nous avons figuré plus haut, fig. 13 et 14.

PLANCHE X, FIGURES 1-15.

Angéiologie de l'œil du fœtus. — 1. Premiers linéaments des vaisseaux sur un œil d'embryon de poulet, au quatrième jour de l'incubation. Ils présentent de nombreuses ramifications latérales, au-dessous de la membrane d'enveloppe commune. A cette époque, il n'existe pas encore de pigment oculaire. Les vaisseaux ressemblent à des îlots de globules du sang, qui se transforment en gouttières et en canaux.

2. Vaisseaux de la cornée; ils sont placés à la surface de cette membrane et dans son épaisseur; à la surface ce sont des vaisseaux capillaires qui se terminent en rameaux non anastomotiques.

3. 4. Figures théoriques destinées à démontrer la position des artères ciliaires entre les couches de la sclérotique, et la formation des *foramina penetrantia* de la sclérotique par dépôt de couches nouvelles. *ab*. Couche primaire de la sclérotique, un vaisseau perfore au point *a* cette couche mince pour arriver à l'intérieur du bulbe. La portion inférieure de ce vaisseau *bd* est recouverte peu à peu par une nouvelle couche membraneuse *c*. de manière que le vaisseau se trouve placé sur la couche la plus externe de la sclérotique en *d*, puis en est recouvert, chemine quelque temps entre les deux couches, et arrive enfin à la couche interne de la sclérotique.

4. Même état de choses, vu latéralement. *aa*. Section de la couche primaire ou interne de la sclérotique, par laquelle pénètre un vaisseau *bb*; celui-ci est placé plus haut entre la couche primaire *aa* et la couche externe *cc*, qui s'est déposée peu à peu sur le vaisseau. Le trajet du vaisseau *bb* entre les deux couches scléroticales *aa* et *cc* détermine l'espace qui constitue un foramen de la sclérotique.

5. Figure grossie montrant de nombreuses branches artérielles qui passent de la sclérotique à la cornée. Ces vaisseaux s'anastomosent fréquemment entre eux; ils recouvrent, en partie, la face postérieure de la cornée. Cette figure est dessinée d'après un œil de fœtus humain au quatrième mois, vu à la loupe.

6. 7. 8. Les vaisseaux qui se ramifient à la face interne de la sclérotique chez le fœtus, se divisent près du bord de la cornée en deux groupes *aa*. Ces vaisseaux, plus périphériques, se portent, soit isolés, soit réunis deux à deux (en s'anastomosant souvent entre eux), sur la face interne de la cornée; arrivés là, ils s'anastomosent entre eux, ou bien se ramifient et se perdent dans le parenchyme de la cornée, mais ne forment jamais d'anses. Les artères qui sont plus proches de la cavité de l'œil, sont destinées à former les vaisseaux des procès ciliaires *aa*. Elles donnent naissance, comme le montre la figure 7, à des vaisseaux pairs (*vasa gemella fœtalia*), qui pénètrent la membrane encore mince des procès ciliaires et qui s'unissent par des rameaux collatéraux, ainsi qu'on le voit figure 8 *b*. Ces vaisseaux s'allongent peu à peu et finissent par former des anses vasculaires propres.

8. *a*. Les trois figures *a*, *b*, *c*, 8, sont des figures théoriques destinées à démontrer le mode de formation des anses vasculaires des procès ciliaires. En *aa*,

fig. 6, les vaisseaux pairs sont encore indépendants les uns des autres, se terminant en cul-de-sac, mais déjà plus développés, fig. 7. (Cette figure théorique est représentée beaucoup plus grande que nature.) Plus tard, se montrent de petites saillies vasculaires, aussi bien latérales que terminales (8 *b* et *c*), qui, plus tard, revêtent la forme indiquée 8 *a*; en même temps que les deux troncs artériels donnent naissance parfois à des branches (8 *c*) qui se rapprochent, en se courbant en arcades, et qui s'unissent entre eux.

9. Branches vasculaires sortant de l'ouverture du nerf optique à la jonction du nerf avec la sclérotique et se distribuant à la face interne de cette membrane. *b*. Une sonde est introduite dans l'ouverture du nerf optique. *c*. Les vaisseaux forment parfois en cet endroit un cercle artériel. Le nerf optique n'est pas creux, mais son contenu est une masse pulpeuse et molle de substance nerveuse, qui permet l'introduction d'une sonde fine.

10. Figure théorique représentant le trajet de l'artère centrale de l'œil. — *a*. Son entrée dans l'œil par la fente optique. — *ab*. Son trajet au fond de l'œil. — *b*. Points où elle pénètre dans le canal hyaloïde. — *c*. Ramifications latérales ; elles se distribuent à la fosse hyaloïde, à la capsule du cristallin, etc.

11. 12. J'appelle anse fœtale de l'artère centrale, une courbure que l'artère centrale décrit souvent dans son trajet à travers le canal hyaloïde, avant d'arriver à la capsule postérieure. Cette courbe s'efface plus tard, lorsque l'œil s'allonge d'avant en arrière. J'ai trouvé deux fois cette anse fœtale chez des fœtus humains au septième et au huitième mois, et une fois chez un fœtus de cerf. Elle se trouve en dedans du point où l'artère se divise en trois ou quatre branches avant d'arriver à la capsule postérieure (3. 8.). Elle s'efface peu à peu d'elle-même par le redressement de l'artère, suite de l'allongement de l'œil; elle est probablement en rapport avec l'atrophie progressive de l'artère centrale. Cette question réclame de nouvelles recherches.

13. Rameaux pariétaux hyaloïdiens de l'artère centrale. Quelques branches collatérales de l'artère centrale naissent de la portion engagée dans le canal hyaloïde et forment un réseau capillaire sur les parois de ce dernier. Une branche collatérale, *a*, traverse quelquefois la membrane du canal hyaloïde, et ses rameaux se distribuent aux divisions latérales qui segmentent le corps vitré. Ils pénètrent dans l'épaisseur même de l'hyaloïde en passant à travers des ouvertures ménagées dans les cloisons qui le subdivisent (*foramina parietalia corporis vitrei*) *b b b*. Je n'ai pu observer ces faits chez des fœtus humains, mais bien sur des yeux de fœtus de mouton, qui avaient été injectés et conservés dans l'alcool. On observe souvent dans ces yeux la lamellisation du corps vitré.

14. 15. L'artère centrale devient très forte à l'endroit du futur punctum cœcum de la rétine, chez le fœtus humain, à partir du sixième mois. 14. C'est le présage de l'oblitération de l'artère; au lieu de former une pyramide droite et roide, elle devient flasque et sinueuse, en se détachant peu à peu. 15. Puis elle disparaît lentement par absorption. Le corps vitré est traversé à cette époque d'avant en arrière par un canal assez large, qui disparaît promptement peu après. L'hyaloïde paraît pendant quelque temps revenu sur lui-même en cet endroit. (*Area Marteggiana.*) La portion supérieure de l'artère centrale qui adhère à la capsule postérieure, s'oblitère plus tard, à partir du point où l'artère centrale se détache et tombe.

PLANCHE XI, FIGURES 1-14.

Angéïologie de l'œil du fœtus et formation des paupières. — 1. Figure grossie, montrant la distribution des vaisseaux dans la fosse hyaloïde (*a*). La capsule cristalline et la lentille ont été enlevées, pour permettre de voir les branches vasculaires qui se ramifient dans la fosse hyaloïde et leurs anastomoses avec les artères de la couronne ciliaire. *b*. L'artère centrale, à l'endroit où elle se divise avant d'arriver à la capsule postérieure, fournit des branches collatérales circulaires pour le disque artériel de la fosse hyaloïde; elles se ramifient à sa surface et se réunissent en disque en formant une espèce d'étoile vasculaire compacte. Ces vaisseaux sont situés entre la capsule postérieure et la face antérieure de la fosse hyaloïde ; placés à la surface de celle-ci, ils s'anastomosent sur les bords de cette dépression avec des branches artérielles de la couronne ciliaire. J'ai vu aussi plusieurs fois des rameaux isolés des vaisseaux de la couronne ciliaire se distribuer à la face postérieure de l'hyaloïde près du corps vitré.

2. OEil de fœtus de mouton injecté, vu à la loupe. Il est divisé en deux par une section transversale bien réussie, mais les deux moitiés, nageant dans l'eau, se tiennent encore. *aa*. Section de la sclérotique et de la cornée. On voit la face interne de la choroïde, qui adhère à la sclérotique. Les procès ciliaires attirent ensuite l'attention. Il n'existe pas encore d'iris. Une membrane unit les procès ciliaires au bord de la capsule du cristallin. *b*. On voit sur la capsule postérieure les ramifications des vaisseaux. *c*. L'artère centrale n'existe qu'en partie, elle est oblitérée en *d*. Le corps vitré est revenu un peu sur lui-même en ce point. La rétine fœtale, très épaisse, a été isolée du

corps vitré, *ee*, de manière à laisser voir à sa face interne la disposition des vaisseaux.

3. Face postérieure du segment antérieur d'un œil de fœtus humain. On voit, en *aa*, la face interne de la choroïde, ainsi que les procès ciliaires et la face postérieure de l'iris (uvée). La macération à laquelle l'œil a été quelque temps soumis, a détaché le pigment de la choroïde et de l'uvée ; il n'est resté qu'entre les procès ciliaires. On voit la membrane pupillaire qui naît des procès ciliaires et qui s'étend régulièrement vers la pupille. Il existe ici une membrane pupillaire postérieure.

4. Figure grossie de la couronne vasculaire, qui se développe au commencement de la vie fœtale chez l'homme, à la face interne des paupières (cercle artériel fœtal des paupières). Cette couronne présente sur tous ses points de petites branches transversales qui rappellent la disposition primitive des vaisseaux des procès ciliaires (Pl. X, fig. 8 *b*). Les glandes de Meïbomius se développent plus tard, selon la direction de ces petites branches transversales; elles manquent encore à cette époque de la vie fœtale, ainsi que le cartilage tarse.

5. Figure, grossie à la loupe, des paupières de l'œil droit d'un fœtus humain de deux à trois mois. Les paupières ne se touchent pas encore, elles n'ont pas jusque là de cartilage tarse; leur forme et leur position sont telles qu'on pourrait confondre l'angle palpébral externe avec angle interne. *a*. Angle palpébral externe ; *b*. angle interne. Il n'existe encore ni points lacrymaux, ni caroncule lacrymale.

6. Angle interne de l'œil droit d'un fœtus humain, présentant, en haut et en bas, des plis rentrants, triangulaires ; il se forme à la même époque des replis à la face interne de ces régions. Les plis triangulaires s'allongent promptement et forment les ligaments palpébraux, comme le représente la figure.

7. Ligament palpébral supérieur. A la face interne du point *a* se forme le point lacrymal.

8. Le développement de ligaments palpébraux, à l'angle oculaire interne, coïncide avec la position oblique en bas que prend la fente palpébrale, ainsi qu'on le voit dans cette figure sur un fœtus de trois mois. Le bulbe oculaire est placé un peu en dehors, il ne correspond pas au milieu de la fente palpébrale. Le lac conjonctival, formé par l'œil et la paupière, devient plus grand à cette époque ; il est le siége de la sécrétion d'un liquide transparent, dans lequel baignent les points lacrymaux en voie de formation.

9. Figure grossie de la face interne des paupières d'un fœtus humain. Le tarse est développé aux deux paupières, les bords tarses se touchent étroitement ; ils sont lisses et recouverts seulement en partie par la conjonctive palpébrale. Celle-ci n'est pas entièrement développée, *aa*. Elle ne recouvre qu'une partie du tarse, *bb*. On voit, en *cc*, la fente tarsienne fermée. On a introduit une sonde molle, *d*, sous la conjonctive des deux cartilages tarses. La sonde est libre sous les tarses, mais elle est recouverte en haut et en bas par la conjonctive palpébrale. Il n'existe pas encore de glandes de Meïbomius. La conjonctive oculaire est limitée aux points *aa* ; elle s'est déjà avancée du globe optique sur la face interne des paupières, mais sans les recouvrir complétement; cela n'a lieu que lorsque les glandes de Méïbomius se sont développées au devant et sur le tarse. (V. fig. 11 de cette planche.) Les cartilages tarses se touchent en formant une fente, leurs bords ne sont pas encore aplatis obliquement.

10. Face interne des paupières d'un fœtus plus avancé dans son développement. On voit, à droite, les points lacrymaux qui ressemblent à des papilles saillantes ; la fente oculaire est ouverte artificiellement, elle est ordinairement encore fermée à cette époque. On voit, dans la fente, les débris de la membrane qui l'oblitère, la conjonctive Le développement des glandes de Méïbomius a commencé ; on en voit les premiers rudiments disposés obliquement le long du bord des cartilages tarses.

11. Coupe perpendiculaire passant à travers les os propres du nez et l'orbite, très près, par conséquent, de l'angle interne de l'œil, sur une tête de fœtus humain de trois à quatre mois. La fente palpébrale, encore close, est placée en dehors, le dessin représente le côté gauche de la face. On peut déjà distinguer à cette époque un rudiment de sac lacrymal sur la coupe des parties osseuses.

12. Les glandes de Meïbomius, grossies à la loupe, représentées à l'époque à laquelle elles se développent en groupe compacte le long de la fente palpébrale, les cartilages tarses étant déjà formés. Ce sont des follicules simples, communiquant entre eux en avant ou en arrière par des ouvertures, de manière à former des séries longitudinales élémentaires. L'épaisseur de ces couches glanduleuses est assez considérable. On voit au milieu une espèce de raphé, qui correspond au raphé du cartilage tarse. C'est en cet endroit que les paupières se séparent plus tard.

13. 14. Figures théoriques, destinées à montrer comment s'opère chez le fœtus humain la séparation des glandes de Méïbomius, lorsque les bords des paupières deviennent libres. Il se forme, à de courts intervalles, selon la direction de la ligne *cc*, de petites ouvertures (points de résorption), arrondies et qui sont toutes placées au sommet d'un grand follicule (13*b*), dans les endroits situés entre deux points *aa* ou *bb*, fig. 14. L'extension des trous de résorption forme des lignes de résorption; celles-ci s'agrandissent, et il en résulte enfin une fente linéaire dentelée, comme le

montre la fig. 14 *cc*. Les paupières disjointes sont découpées en scie à leur bord libre (marge fœtale dentelée des paupières, 12.2). Ces découpures sont constituées par les follicules devenus libres, *aaa*, *bb*, *bb*, fig. 13 ; elles deviennent plus tard les orifices des glandes de Méïbomius.

PLANCHE XII, FIGURES 1-13.

1. Figure grossie à la loupe, représentant la disjonction des bords des paupières du fœtus, vues par leur face interne. La séparation s'est déjà faite à la partie externe et interne de la fente palpébrale, les paupières sont encore adhérentes à leurs régions moyennes. Toute la face interne est déjà recouverte par la conjonctive et les glandes de Méïbomius.

2. Figure grossie des paupières du fœtus, immédiatement après leur désunion. On voit sur les bords les follicules des glandes de Méïbomius, qui font saillie en forme de dentelures. Les bords palpébraux n'ont pas encore de rebord tarse, celui-ci n'apparaît que plus tard ; les bords palpébraux doivent devenir lisses, et les cils se développent dans l'enveloppe cutanée commune.

3. Cette figure représente deux cils *aa*, sortant de leurs follicules ; ceux-ci apparaissent primitivement sous forme de simples dépressions (cryptes).

4 et 5. Les follicules ciliaires, dans leur état primitif, consistent en de simples cryptes disposés sur deux rangées le long des bords palpébraux. Ces deux rangées se réduisent à une seule en se développant (5) ; les cryptes supérieurs, 4*aa*, descendent dans la rangée inférieure et ne forment qu'une ligne avec elle. 5*b* Cette préparation a été faite sur un œil de fœtus de mouton.

6. L'œil gauche d'un fœtus humain; il adhère latéralement à l'orbite encore très peu excavé, et n'est pas encore entouré d'un bord orbitaire extérieur. Les paupières ont été enlevées. Cette figure représente le premier stade du développement de l'orbite chez l'homme.

7. Tête de fœtus à trois mois, grandeur naturelle; une section, passant par le front, montre les bulbes optiques en forme de boutons saillants à la face *bb*. Ils ne sont pas encore en avant du bord orbitaire.

8 à 13. Ces figures donnent un aperçu graphique du développement de l'orbite chez le fœtus humain.

8. 9. Les pièces sont représentées de grandeur naturelle en dessous. La figure principale est plus grande que nature. L'orbite est très aplati, comme le montre son profil (9); elle est plus longue que large ; il n'y a de formé que sa partie interne, le bord orbitaire externe n'existe pas encore (9*a*).

10. 11. Les figures en dessous sont de grandeur naturelle. L'orbite d'un fœtus, plus avancé dans son développement, vu à la loupe. Il est plus long que large et assez profond. C'est ce que montre la fig. 11 qui donne la coupe verticale de l'orbite.

12. Coupe d'une tête de fœtus humain d'environ dix à onze semaines. La section passe verticalement par le tiers interne de l'orbite, du côté du nez. On voit la cavité oculaire en haut, et en bas en *cc*, la sclérotique, dont les lames vont en se rapprochant d'avant en arrière et qui est aplatie en bas, de sorte que le bulbe tout entier a une forme ovoïde. En bas et un peu en arrière se trouve l'antre d'Highmore.

d. La paroi supérieure de cette cavité forme le plancher de l'orbite. On voit, en *bb*, la paroi orbitaire supérieure, elle est beaucoup plus mince que la sclérotique. En dessous, les parties sont représentées de grandeur naturelle.

13. Figure théorique de la cavité de l'orbite plus avancée dans son développement Elle est de forme amygdaloïde. (Comparez planche I, figures 14-20 et leur explication.)

BIBLIOGRAPHIE

DE

L'OPHTHALMOGÉNÈSE

Kieser, *a) Dissert. de anamorphosi oculi.* Gœttingue, 1804. c. tab. æn. 2. — *b) Ueber die Metamorphose des Auges des bebrüteten Huhnchens im Ei; Beitrage zur vergleichende Zoologie, Anat. und Physiolog.* 2 Hefte. Bamberg, 1806 à 1807, in-4°, 2 Heft. — Meckel (fils), *Abhandlungen und Beobachtungen aus der vergleichenden und menschligen Anatomie.* Halle, 1805, in-8°. — Erdl, M., *Die Entwickelung des Menschen und des Huhnchens im Ei, etc.* 1 und 2 Theil. Leipzig, Voss. — Osiander, F.-B parle du développement de l'œil dans une dissertation intitulée : *De homine, quomodo fiat et formetur* (*Mémoires de la Société royale des sciences de Gœttingue*, t. III, 1814-1815); mais il se borne, vu la pénurie de matériaux existant à cette époque, à représenter d'une manière incomplète l'œil avec les paupières en voie de se former. Il ne connaissait pas les travaux de Kieser, tandis que celui-ci mentionne honorablement les travaux antérieurs de Haller, de Kuhlemann, de Malpighi et d'Autenrieth. — Heyfelder, J.-F.-M. *Beobachtungen über die Krankheiten des Neugebornen, namentlich uber Zellgewebsverhartung, Augenentzundung, etc.* Leipzig, 1825, Voss. in-8°. — Sperber, Critique du travail de Henle sur la membrane pupillaire, sous le titre de : *Über Membrana pupillaris und Membrana capsulo-pupillaris. Einige Worte veranlasst durch Henle's Schrift. Journal d'Ophthalmologie de Von Ammon*, t. II, p. 430. Cet article, qui a été souvent cité, de 1832 à 1834, était du docteur Sperber, prosecteur à l'école vétérinaire du gouvernement, à Dresde. Le docteur Sperber était un anatomiste distingué et un zélé travailleur. — Stark, K.-W. Compte rendu du travail de M. Von Ammon, *Commentatio anatomo-physiologica de generi et usu maculæ luteæ in retina oculi humani obviæ. Jenaische allgemeine Litterarische Zeitung*, année 1831, n° 63, 64, et *Journal d'Ophthalmologie de Von Ammon*, t. I, 4me cahier, p 495. — Huschke, S.-E., *a) Über die erste Entwickelung des Auges und die damit zusammenhangende Cyclopia. Meckels Archiv fur Anat. und Physiolog.*, t. VI, p. 1-47, *b) Commentatio de pectinis in oculo avium potestate anatomica et physiologica.* Acced. tab. ænea. Jenæ, 1827, in-4°. *c) Beitrage zur Physiologie und Naturgeschichte.* Weimar, 1824, in-8°. *d) Über einige Streitpunkte aus der Anatomie des Auges. Journal d'Ophthalmologie*, nouvelle série, t. III, avec planches. *e)* Soemmering, *Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen des menschlichen Korpers, umgearbeitet und beendigt von Huschke.* Leipzig, 1844, Voss., in-8°. Cet ouvrage renferme beaucoup de recherches sur l'ophthalmogénèse. — Gescheidt, A. *a) De colobomate iridis, præfat. est F A. ab Ammon.* Dresde, 1831, c. tab. *b) Die Irideremie, das Iridoschisma und die Corectopie die drei wesentlichsten Bildungsfehler der Iris, mit 2 Taf. Abbild. Journal de de Graefe et de Walther*, t. XXII. — Reich, G.-F.O., *De membrana pupillari.* Berlin, 1831, in-4°, c. tab. lith. — Von Ammon, F.-A. *a) Das Pathologische Verhalten des Augapfels und seinen Haute wahrend des Verlaufes der Ophthalmia Neonatorum. Hecker's Annal. d. ges. Heilk.* Berlin, 1825, t. I (en français : *Rev. médic., juill.;* Journ. complément. déc. 1825; en anglais : *Edinb. med. Journ.*, 1825. *b) Die rothe Farburg in den Augenhauten und Augenflussigkeiten. Journ. d'Ophth.* Dresde, 1832, t. II, p 446, avec une planche coloriée. *c) Mittheilungen uber die Sclerotiealprotuberanz am menschl. fœtalauge.* Isis von Oken, 1829, p. 430. *d) De genesi et usu maculæ luteæ in retina oculi humani obviæ. Accedit tab. æn.* Weimar, 1830, in-4°, 24 p. *e) Die Entwickelungsgeschichte des menschl. Auges nach eigenen Untersuchungen skizzirt. Journal d'Ophthalmologie*, t. II, p. 503. *f) Beitrage zur Anatomie, Physiologie und Pathologie des Ligamenti ciliaris in Menschen- und Thieraugen. Journ. d'Ophth.*, 1832, t. II, p. 194 *g) Die Bildung des Vogelauges in den ersten Tagen seiner Entstehung, mit vorzuglichen

Berücksichtigung von Dr Huschke's Unters. J. d'Ophth., 1833, t. III, p. 341. *h*) *Die angebornen Krankheiten des Auges und des Augenlider*. Berlin, 1841, Reimer, avec 20 pl. C'est la troisième partie de la description clinique des maladies et des anomalies de l'œil humain. Berlin, Reimer, 1838-1842, in-folio. *i*) *Die angebornen chirurg. Krankheiten des Menschen in Abbild. dargestellt und durch erlauternden Text erklart*. Berlin, 1842. Herbig. gr. in fol. avec 34 pl. *k*) *Journal d'Ophthalmologie* publié par von Ammon, t. I-V, Dresde, 1831-1836 ; *Journal mensuel de médecine, de chirurgie et d'ophthalmologie*, t. I-III, Leipzig, 1837-1840, du même; Von Ammon et Walther, *Journal de Chir. et d'Ophth.*, nouvelle série, t. I-IX, Berlin, 1842-1847. Ces recueils contiennent bon nombre de travaux plus ou moins étendus sur l'ophthalmogénèse de l'homme et des animaux, par Von Ammon, Schön, Agassiz, Voigt, Rau, Gescheidt, Zeis, Warnatz, Weber — Seiler, B.-W., *Beobachtung ursprunglicher Bildungsfehler und gauzlichen Mangels der Augen*. Avec 1 pl. Dresde, 1833. Walther, gr. in-folio. — Zeiss, *Arbeiten über den Tarsus und die Augenliddrusen*, *J. d'Ophth.* de Von Ammon, t. II, et dans ses *Mémoires* sur des questions de chirurgie ; avec 4 pl. lith. Leipzig, 1845, in-8°. — Arnold, Fr., *Anat. und Physiolog. Untersuchungen uber das Auge des Menschen*. Heidelberg, 1832, Groos. in-4°, avec 3 pl. Voir, en outre, le *Manuel de physiol.* et celui d'*Anat. hum.* du même auteur. *Recherches d'Anatomie et de Physiologie*, par le même. Freiburg, 1838. — Giraldès, J.-A., *Etudes anatomiques ou recherches sur l'organisation de l'œil considéré chez l'homme et dans quelques animaux*. Paris, 1836, in-4°, avec 6 planches. L'auteur a mis largement à profit les recherches des ophthalmologues allemands. — Langenbeck, B.-C.-R., *De retina*. Gœttingue, 1836, in-4°, c. tab. æn. 4. Ce travail contient beaucoup d'observations faites sur l'œil du fœtus. — Valentin, G.-G., *Handbuch des Entwicklungsgeschichte des Menschen*. Berlin, 1835, in-8°. En outre, des articles séparés dans le *Journ. d'Ophth.* de Von Ammon, et dans le *Répert. d'anat. et de physiol.* de Valentin, t. I-VIII, 1836-1845. — Bischoff, Th., *Entwicklungsgeschichte der Saugethiere und des Menschen*. Leipzig, 1842, Voss, in-8°. Voir ses recherches sur le développement de l'œuf de la chienne et ses travaux sur l'embryogénie normale et anormale dans le *Dictionnaire de Physiologie* de R. Wagner. — Pappenheim, *Die specielle Gewebelehre des Auges mit Rucksicht auf Entwicklungsgeschichte*. Avec 4 pl. lith. Breslau, 1842, in-8°. Divers articles du même auteur dans le *Journ. d'Ophth.* et dans le *Journ. mensuel de Méd., de Chirurg. et d'Ophth.* — Rathke, *a*) *Entwicklungsgeschichte der Natter*. *b*) *Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere*. Leipzig, 1833, 2 vol. gr. in-4°, avec 14 planches gravées. — Brucke, E., *Anatomische Beschreibung des menschl. Augapfels*. Berlin, 1847, avec 1 pl. gr. (Renferme beaucoup de remarques sur l'embryogénie, surtout les notes.)—Remak, R., *Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Ueber die Entwicklung des Huhnchens im Eie*. Avec 7 pl. gr. Berlin, 1851, Reimer, in-fol. Cet ouvrage est d'une grande valeur pour l'ophthalmogénèse ; il ne soutient pas seulement l'opinion de Huschke quant à la formation de la capsule cristallinienne par inflexion de l'enveloppe générale de l'œil, mais il admet en embryogénie l'existence d'une double vésicule optique. Stellwag a adopté ce système pour expliquer beaucoup d'anomalies de l'œil : *die Ophthalm. vom naturwissenschaftl. Standpunckte*. 2 vol. Erlangen, 1855, p. 545, fig. — Reichert, C.-B., *Das Entwicklungsleben in Wirbel-Thierreich*. Berlin, 1840, gr. in-4°, avec 3 pl. gr. — Hannover, A., *Das Auge*. Leipzig, 1852, Voss, in-8°, avec fig. — Cornaz, E., *Des anomalies congénitales des yeux*. Lausanne, 1848, in-8°. Le docteur Cornaz a publié, depuis cette époque, des recherches sur l'ophthalmogénèse et sur les anomalies des yeux, chaque année, dans les *Annales d'Oculistique*. — Schoeler, *De evolutione oculi*. Mitau, 1849, in-4°, avec pl. (Travail publié sous l'inspiration de Reichert.) — Baumgartner, K.-H., *Physiologie und physiologische Atlas*. Fribourg en Brisgau, 1854, gr. in-8° et in-fol. — Gunsburg, *Ueber die Fœtalhistologie*. Breslau, 1855, in-8°. pl.

Parmi les anatomistes, les physiologistes et les médecins, il convient de citer : Autenrieth, Meckel, Treviranus, Rudolphi, Burdach, Carus, R. Wagner, J. Muller, Henle, Hyrtl, Eschricht, Leuckart, Mayer, Koelliker, H. Muller. Beaucoup d'ophthalmologues se sont occupés du développement de l'œil dans ses rapports avec les difformités congénitales : Walter, Sichel, Rau, Beck, Schön, Stoeber, Radius, Ruete, Mackenzie, Cornaz, Fronmuller, Chelius, et surtout Stellwag.

1. 2. 3. 4. 5.

6. 8.a 8.b 7.

12.

9. 10.

13. 16.

11.

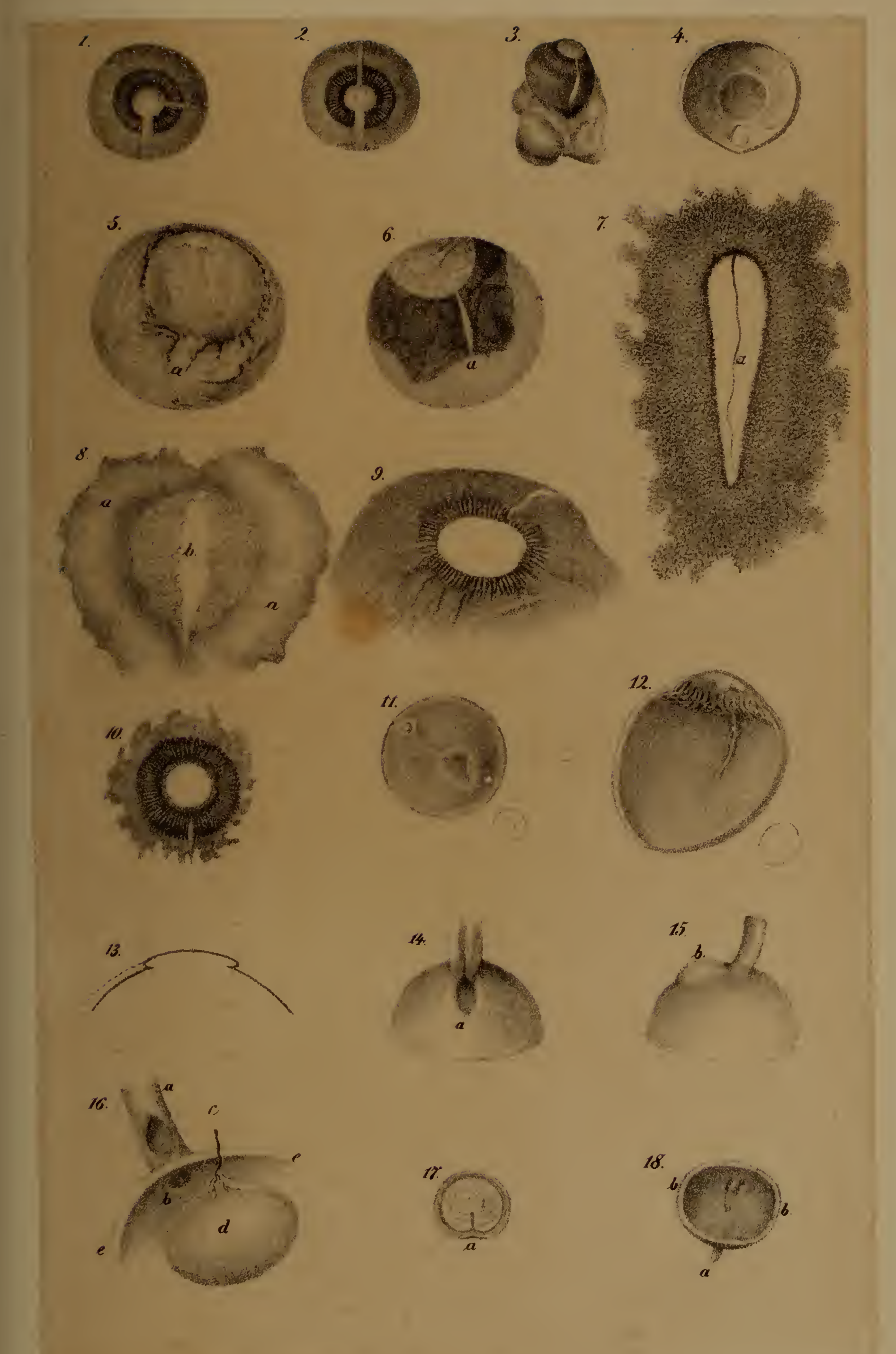
20. 15.

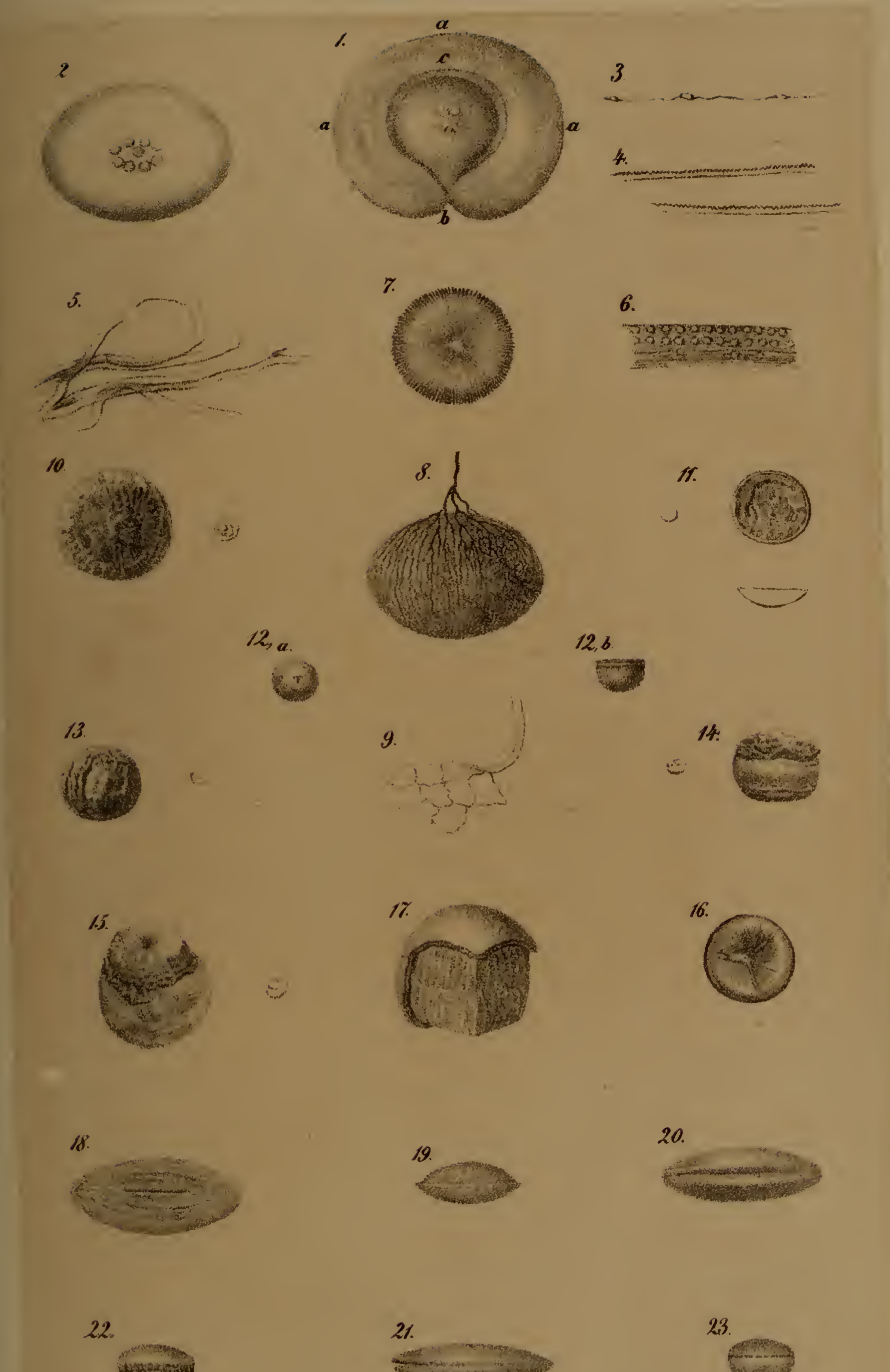
14.

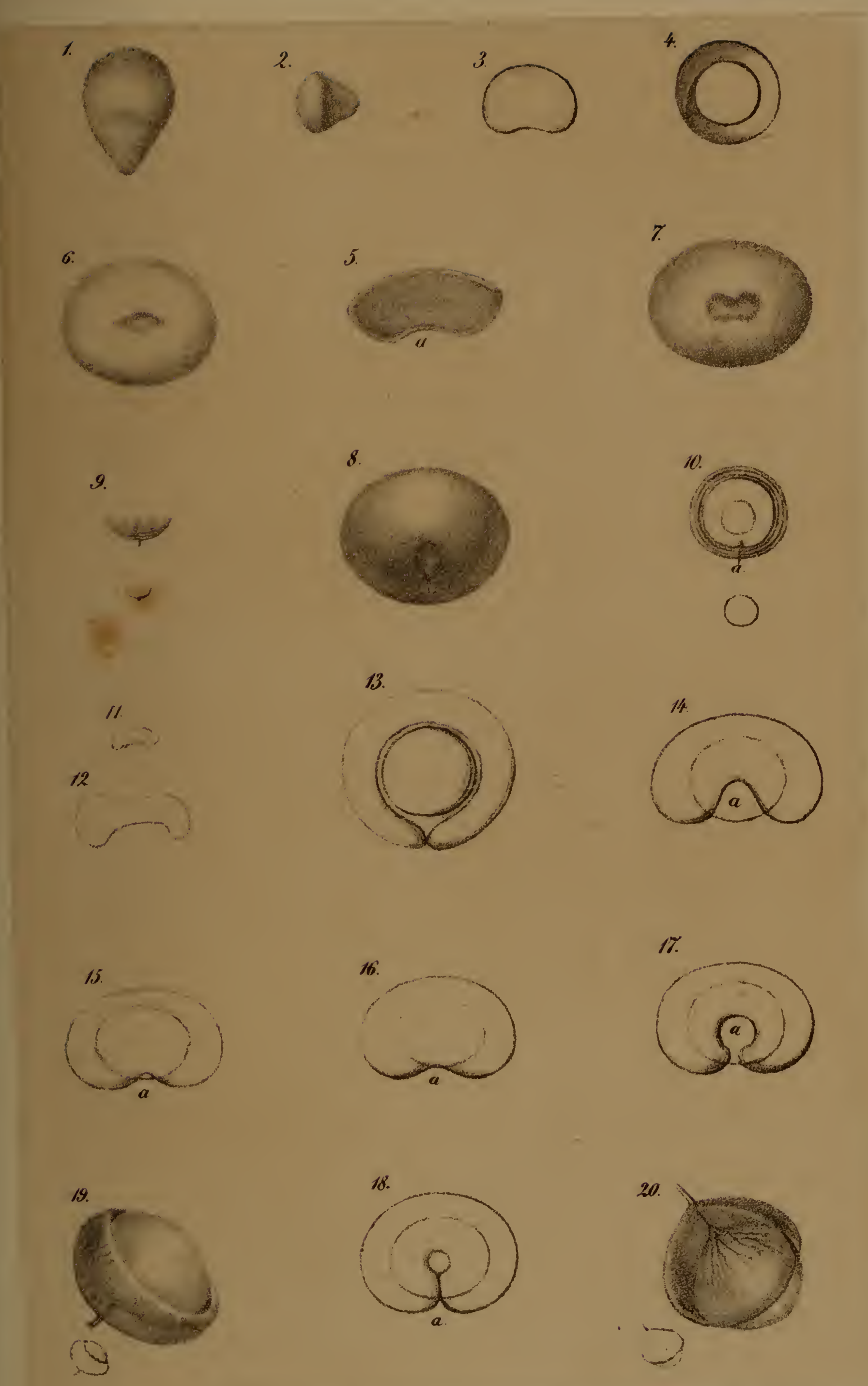
17. 18. 19.


1.
a
b
2.
1
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.

Taf. III.

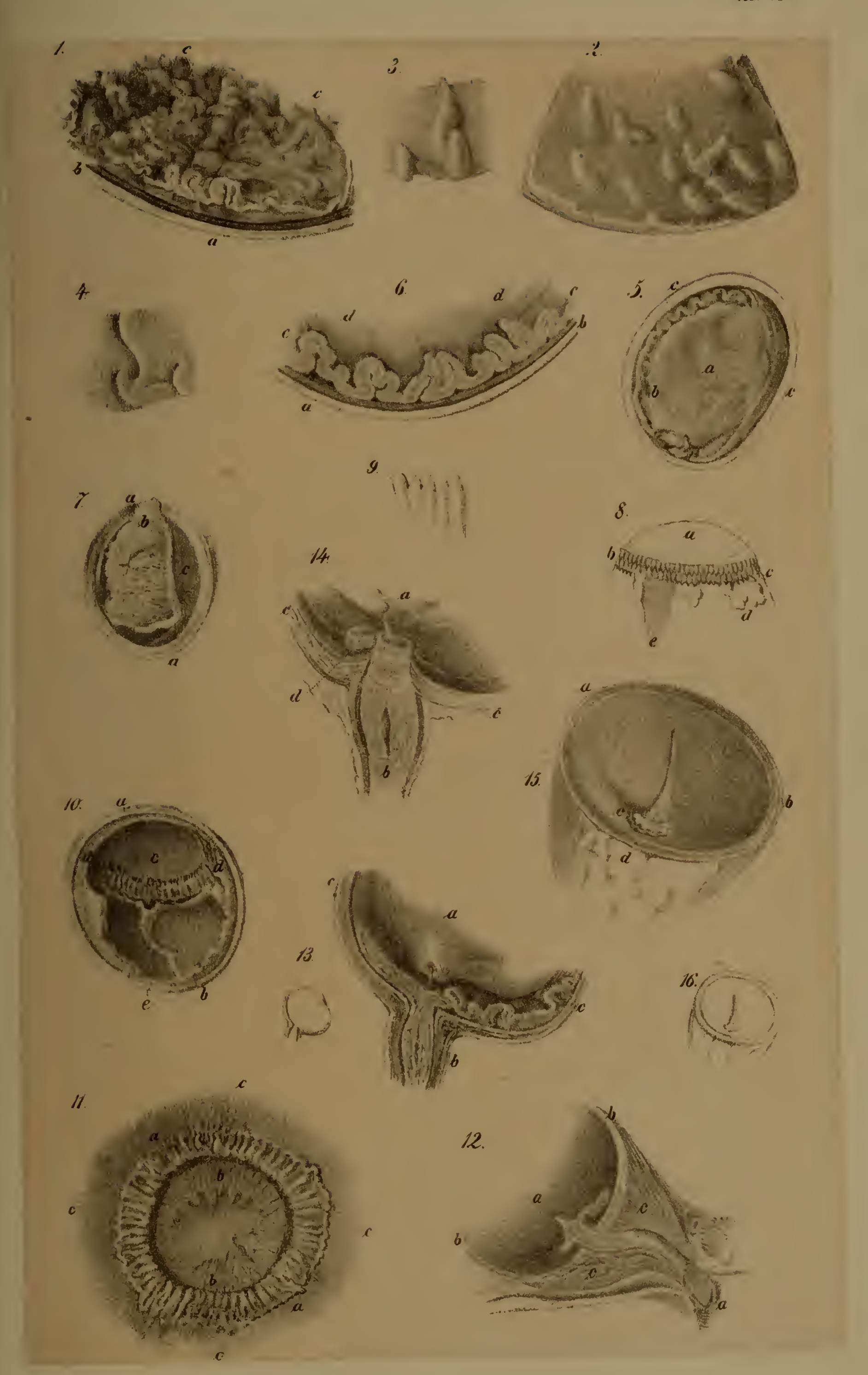



1.
a
c
a
a
b
2
3.
4.
5.
7.
6.
10.
8.
11.
12, a.
12, b.
13.
9.
14.
15.
17.
16.
18.
19.
20.
22.
21.
23.



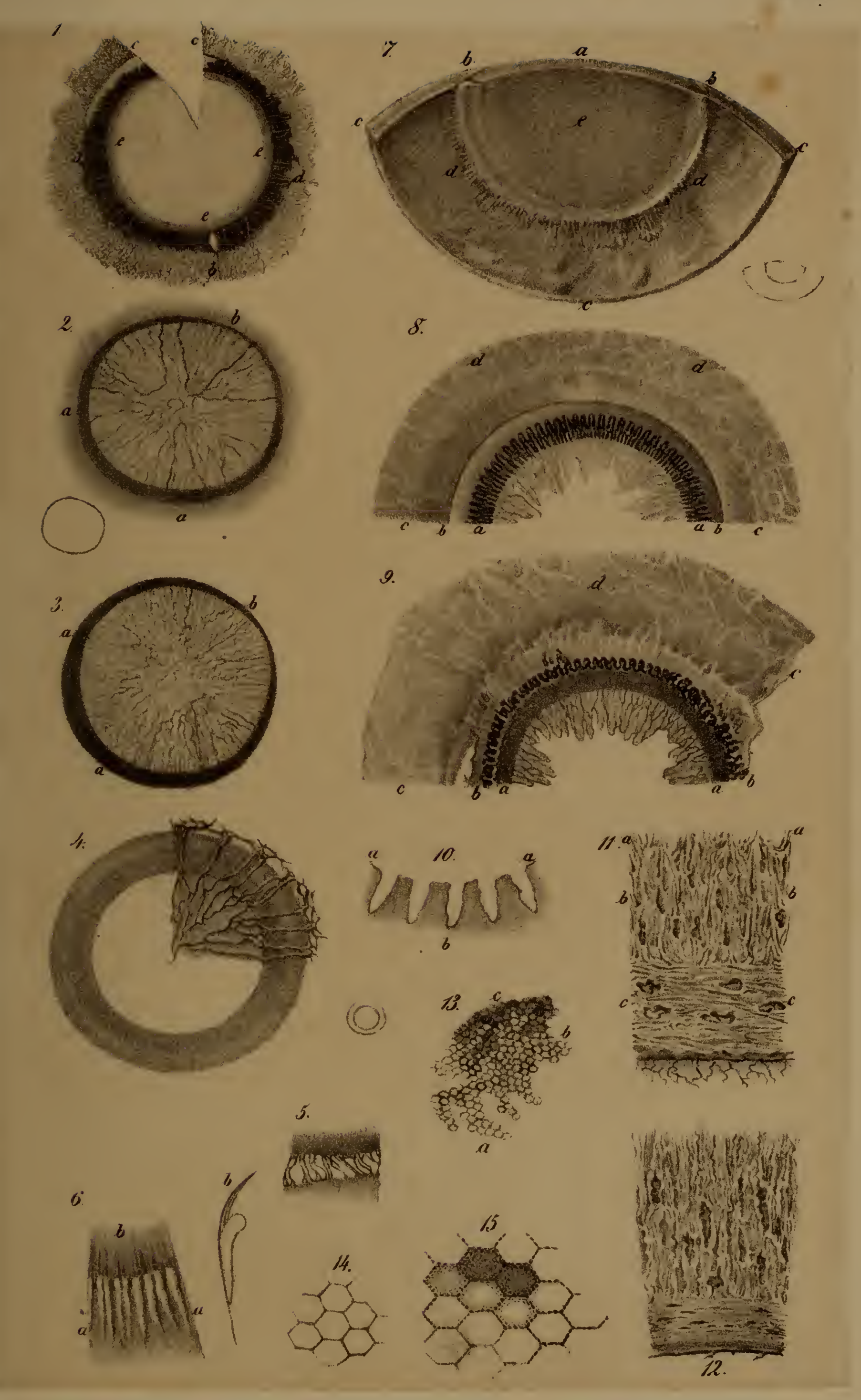
N.d Nat gez u lith v. M. Krantz. Druck v J. Braunsdorf, Dresden

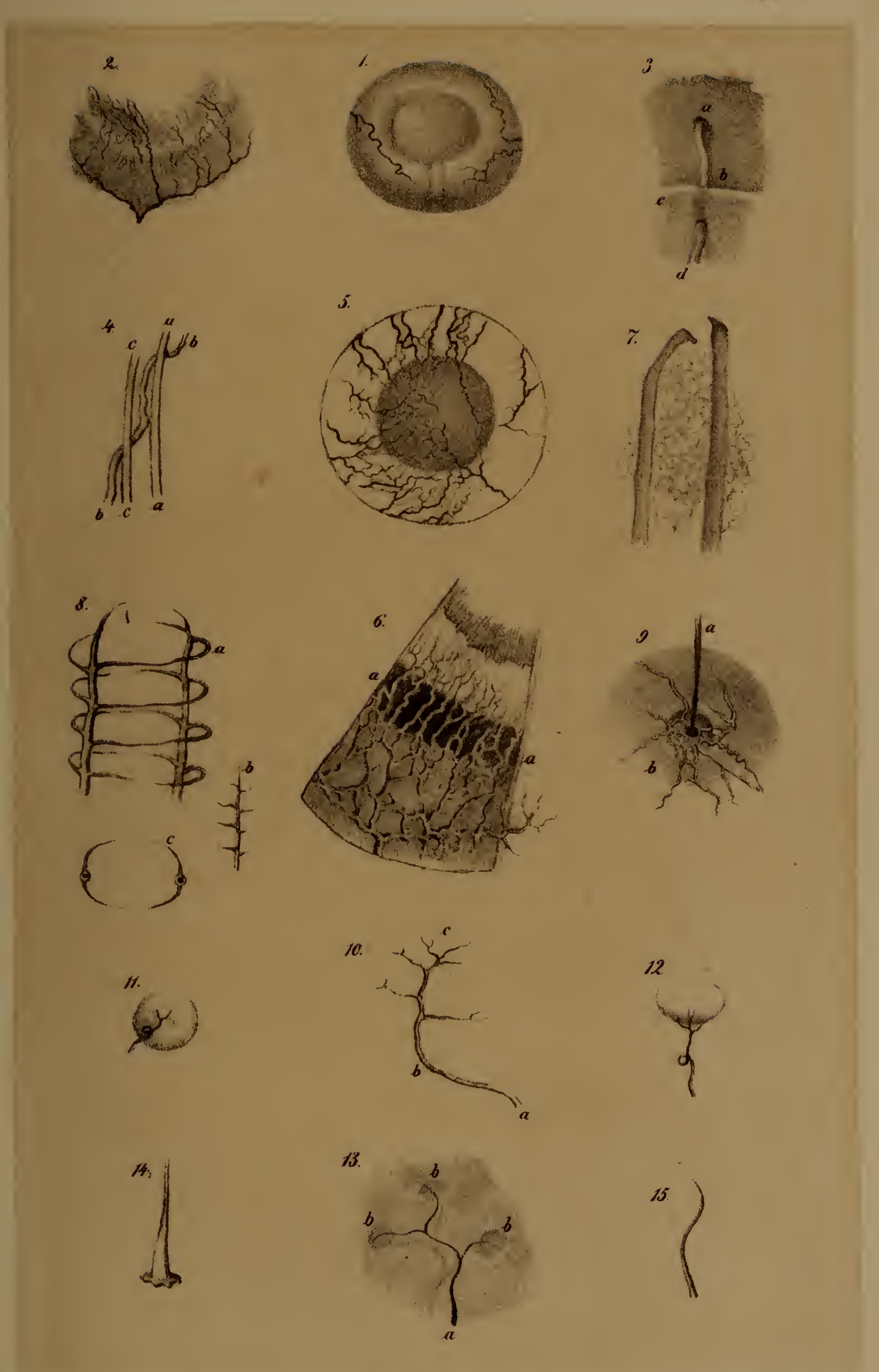
2. 1. a a 3.
b c
a a
4. 6. 7. b a 8
5. c 9.
11. 10. 12.
c
b. a
13. 18. 14.
a b. c. a c.
b. a b.
15. a a
17.
16.
b. b.
d d.
c c


1. a b c c
2.
3.
4.
5. a b c c
6. a b c c d d
7. a a b c
8. a b c d e
9.
10. a b c d e
11. a a b b c c c c
12. a a b b c c
13.
14. a b c c d
15. a b c d
16.

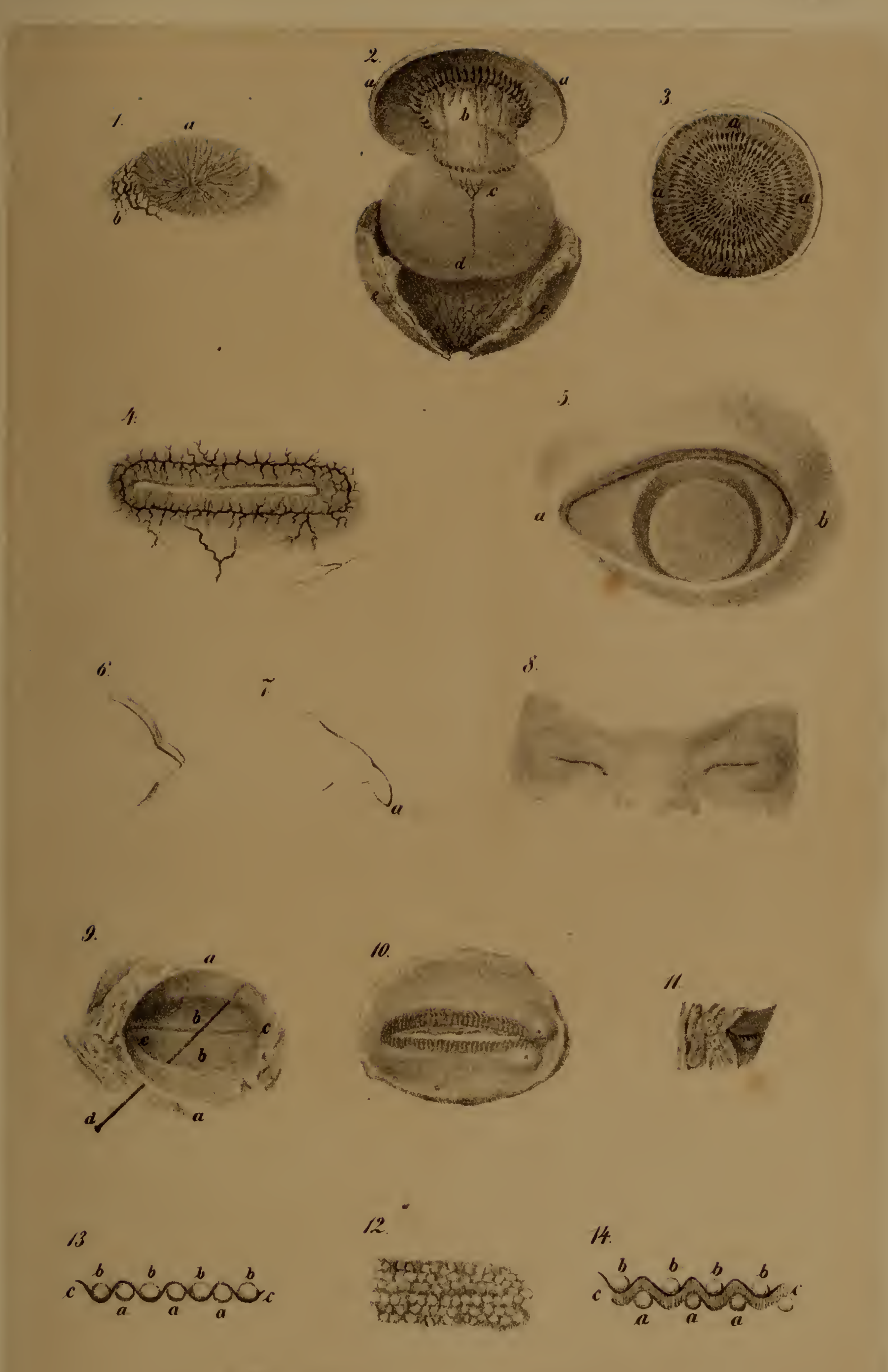


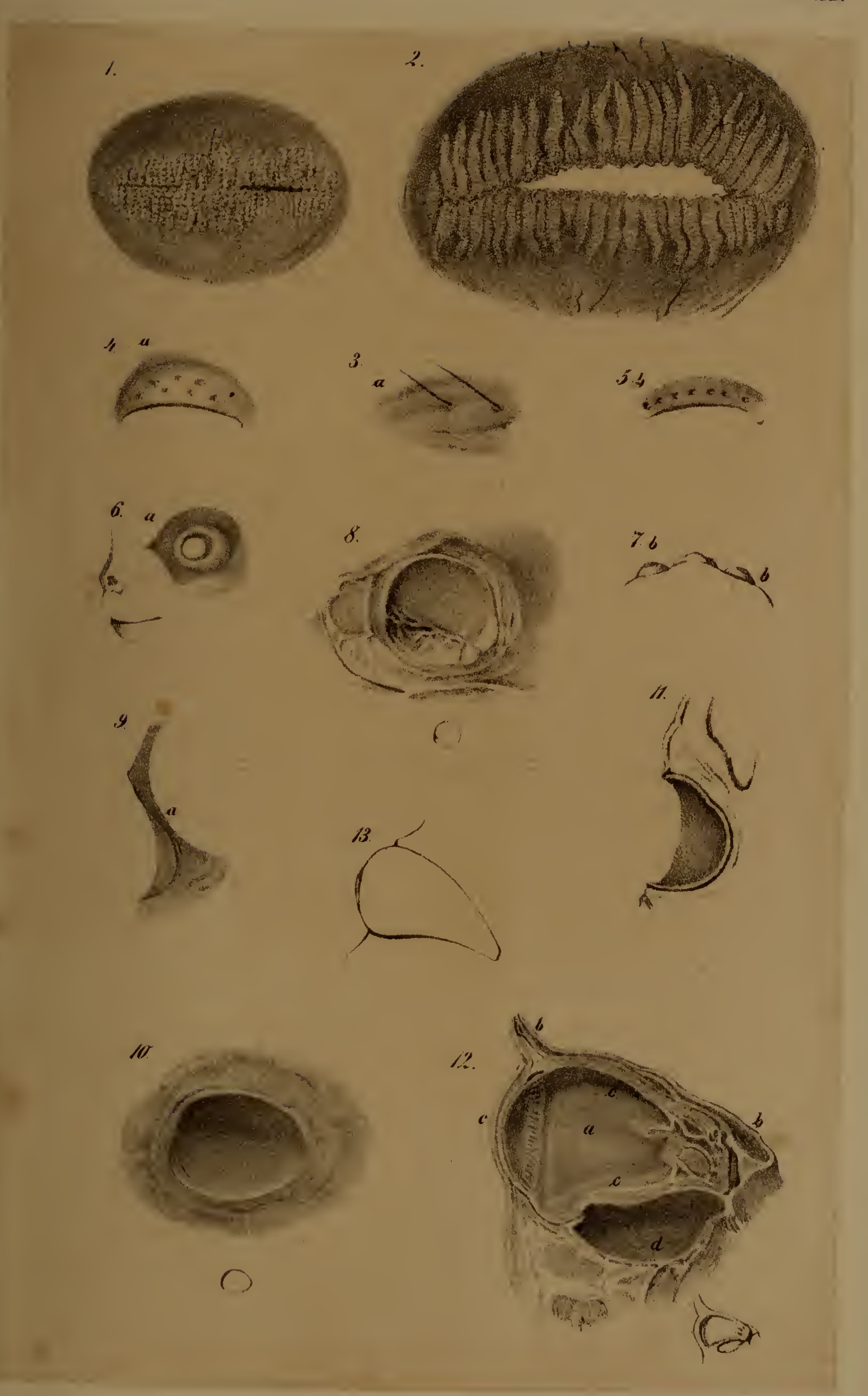
N. d. Nat. gez. u. lith. v. M. Krantz. Druck v. J. Braunsdorf, Dresden.


1.
c
c
e
e
d
e
b
2.
b
a
a
3.
b
a
a
4.
5.
6.
b
b
a
a
7.
b
a
b
c
e
c
d
d
c
8.
d
d
c
b
a
a
b
c
9.
d
c
c
b
a
a
b
10.
a
a
b
11.
a
a
b
b
c
c
13.
c
b
a
14.
15.
12.



2.
1.
3.
a
b
c
d
4.
c
a
b
b
c
a
5.
7.
8.
a
b
c
6.
a
a
9.
a
b
10.
c
b
a
11.
12.
14.
13.
b
b
b
a
15.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13
14.


1.
2.
4. a
3. a
5. b
6. a
8.
7. b
b
9.
a
11.
13.
10.
12.
b
c
c
a
b
c
d

